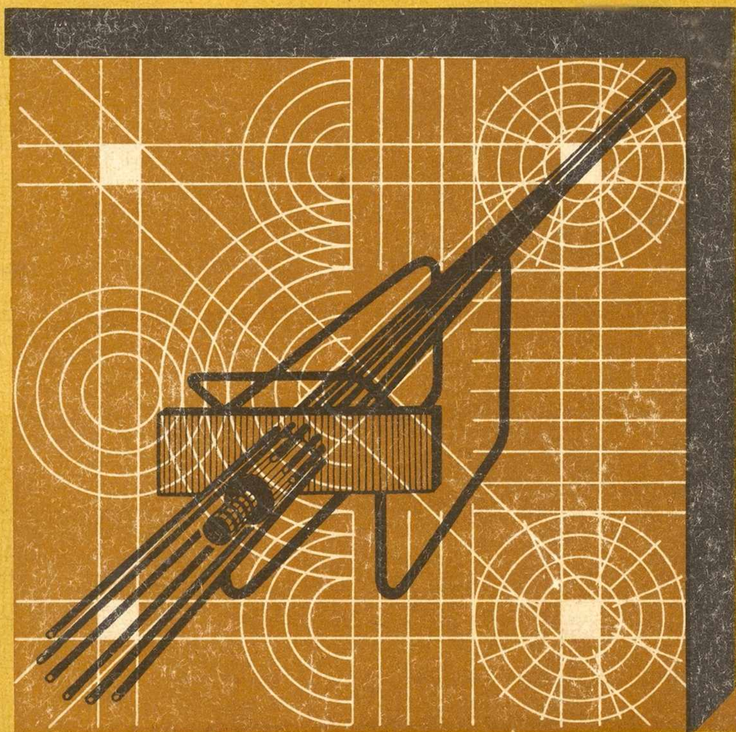
T. CĂRARE

Cartea FIERARULUI BETONIST



Ing. TEODOR CĂRARE

Cartea
FIERARULUI BETONIST

Ediția a II-a
revăzută și completată



EDITURA TEHNICĂ
București — 1986

Lucrarea constituie un îndreptar util pentru calificarea şi perfecţionarea muncitorilor, maiştrilor şi tehnicienilor care execută lucrări de armare a elementelor din beton armat şi beton precomprimat.

În acest scop s-au dat în lucrare atît date cu caracter general, cît şi precizări de detaliu pentru aprofundarea operaţiilor şi proceselor executării armărilor şi pretensionării armăturii.

O parte a lucrării conţine elementele de bază pentru cunoaşterea oţelurilor, înţelegerea corectă a planurilor de armare şi a modului de lucru a armăturii montată în operă.

Partea cea mai însemnată din lucrare este însă rezervată exemplelor de armare, operaţiilor pregătitoare pentru prelucrarea armăturii, cunoaşterii dispozitivelor şi utilajelor necesare şi a tehnologiilor simple şi complexe de confecţionare a armăturii, precum şi pentru executarea pretensionării şi montării în operă.

Unele cunoştinţe generale tehnice şi unele tehnologii ajutătoare sau complementare, cu privire la cofrare, turnarea betonului etc. au fost considerate necesare ridicării gradului de calificare şi specializare a muncitorilor fierari betonişti la nivelul cerinţelor actuale şi în concordanţă cu pregătirea de bază pe care statul nostru o asigură tuturor oamenilor muncii.

Unele date tehnice din lucrare sînt utile şi subinginerilor şi inginerilor care lucrează în execuţie.

În ediţia a II-a a lucrării s-au actualizat prevederile standardelor şi actelor normative şi s-au introdus modernizările survenite în aplicarea tehnologiilor şi a echipamentelor.

Redactor : ing. EMILIA ILIE
Tehnoredactor : V. E. UNGUREANU
Coperta : arh. ILIE GHEORGHE

Bun de tipar : 05.03.1986.
Coli de tipar : 33,75+7 planşe
C. Z. : 691.87

I. P. „Oltenia“ Craiova
Str. Mihai Viteazul, nr. 4
Republica Socialistă România
Comanda nr. 1



PREFAȚĂ

Tehnologiile de executare a construcțiilor din țara noastră s-au perfecționat considerabil în ultimii ani, în special în scopul reducerii greutății construcțiilor și a duratei lor de execuție.

Industrializarea operațiilor și proceselor care concură la execuția construcțiilor a fost posibilă datorită dotărilor foarte importante cu dispozitive și utilaje moderne, organizării atelierelor de armături și a fabricilor de prefabricate, folosirii armăturilor produse industrial sub forme de plase și carcase sudate și a altor măsuri din domeniul prefabricării elementelor, extinderii folosirii precomprimării etc. În aceste condiții, cerința de bază este asigurarea unui nivel calitativ ridicat de execuție.

Pregătirea cadrelor care lucrează în construcții și ridicarea nivelului cunoștințelor lor este o componentă inseparabilă a gradului superior de instruire pe care îl primesc toți oamenii muncii din țara noastră.

Muncitorii și cadrele medii din construcții ca și din alte domenii au dovedit că au toate condițiile să-și însușească într-un termen scurt cele mai avansate tehnologii, să-și formeze o pregătire polivalentă, ca ei înșiși să perfecționeze procesele de producție și să acționeze pentru o calitate superioară la execuția construcțiilor.

Plecînd de la aceste cerințe și premise, lucrarea a fost elaborată astfel încît să aibă o concepție modernă de alcătuire, conținînd toate elementele, atît pentru însușirea corectă a celor mai simple operații, cît și pentru înțelegerea proceselor tehnologice și a modului de lucru a armăturii în elementele din beton și beton precomprimat.

Lucrarea este realizată sub forma unui tot închegat care conține minimum de cunoștințe generale și cunoștințe tehnice pentru înțelegerea cunoștințelor de specialitate care sînt prezentate detaliat.

S-a considerat că fiecare fierar betonist trebuie să poată citi corect planurile de armare, în care scop i s-au dat cîteva noțiuni de desen și cunoștințe generale specifice; s-au prezentat numeroase exemple de armare.

Pentru asigurarea calității lucrărilor, în ansamblu, s-a considerat util să se cunoască cerințele de bază pentru execuția cofrajelor și prepararea și turnarea betoanelor.

Cunoștințele specifice de specialitate încep cu prezentarea oțelurilor de armături și a principiilor de proiectare și executare a armăturilor.

Pentru aprofundarea meseriei de fierar betonist, lucrarea are exemple specifice de armare, luate pe cît posibil de la noile tipuri de construcții care se execută și se armează după reguli precizate de norme, cu folosirea noilor tipuri de armături.

În prezentarea tehnologiilor de execuție s-a pus accent pe lîngă cunoașterea utilajelor și dispozitivelor de fasonare și sudare și pe cunoașterea operațiilor de pregătire, fasonare, asamblare și montare în operă, explicitînd diferite cazuri reprezentative întîlnite în execuție.

Organizarea producerii centralizate a armăturilor, pregătirea fabricării, organizarea locului de muncă și a proceselor de fabricație formează o preocupare constantă a lucrării, datele necesare ocupînd locul potrivit în expunerea și economia lucrării.

Problemele pretensionării armăturilor, cu toate elementele care le impun (utilaje, dispozitive, tehnologii etc.), sînt tratate în capitole speciale.

Lucrarea este pusă de acord cu normativele, instrucțiunile de execuție și cerințele tehnice și de calitate impuse în normativele și standardele de proiectare.

În ediția a II-a a lucrării s-au actualizat prevederile standardelor și actelor normative și s-au introdus modernizările survenite în aplicarea tehnologiilor și a echipamentelor.

AUTORUL

CUPRINS

Capitolul I

CUNOŞTINŢE GENERALE CU PRIVIRE LA REALIZAREA CONSTRUCŢIILOR ŞI ELEMENTELOR DE CONSTRUCŢII

Construcţiile au format una din activităţile de bază ale omului din toate timpurile.

Dezvoltarea construcţiilor este strîns legată de satisfacerea necesităţilor fundamentale ale dezvoltării omului.

Ele reprezintă în primul rînd adăpostul în care se desfăşoară multiplele activităţi omeneşti, adăpostul pentru toate mijloacele sale de producţie şi în al doilea rînd ele cuprind toate lucrările de bază pentru asigurarea schimburilor de mărfuri, informaţiilor, transportului apei necesare nevoilor domestice şi agricole, transportului energiei, precum şi toate lucrările pentru satisfacerea nevoilor sale spirituale şi culturale.

Dezvoltarea construcţiilor este corelată cu dezvoltarea ştiinţei, tehnicii şi civilizaţiei, fiind un imbold permanent pentru acestea.

Dezvoltarea ştiinţei şi a tehnicii a pus la dispoziţia tehnicii construcţiilor noi materiale, cu caracteristici superioare, noi tehnologii de uzinare, noi utilaje, noi tehnologii de montaj care au permis să se ajungă la mecanizarea lucrărilor de construcţii şi chiar la automatizarea unor operaţii.

În istoria construcţiilor o adevărată revoluţie a fost apariţia betonului armat.

Revoluţia tehnico-ştiinţifică care se desfăşoară în prezent pe multiple planuri desigur că operează direct şi în sectorul de construcţii, pe tot circuitul său de cercetare, proiectare, execuţie, exploatare.

Mecanizarea şi automatizarea lucrărilor de construcţii sînt o parte componentă a acestei revoluţii.

Organizarea și optimizarea activității de construcții pe tot circuitul său cu automatizarea deciziilor operative este o caracteristică a execuției noilor construcții.

Munca muncitorului este în prezent ușurată de dispozitive și utilaje puternice.

Muncitorul trebuie să-și îmbogățească calificarea pentru a cunoaște mai multe meserii. Fierarul betonist trebuie să aibă cunoștințe generale de alcătuirea construcțiilor, să citească planurile de construcții și pe cele mai dificile dintre ele, planurile de armare, să poată face schițe de armare, să știe să facă unele verificări, să cunoască utilajele de prelucrat și fasonat armături, pe care trebuie să le exploateze corect, îndepărtînd penele curente de funcționare ; trebuie de asemenea să aibă cunoștințe de sudare și să poată executa sudarea de rezistență prin puncte la mașini de înaltă productivitate și chiar sudarea manuală cu arc electric. De multe ori fierarii betoniști sînt folosiți și ca sudori. De asemenea, trebuie să aibă noțiuni de montarea construcțiilor, cunoscînd modul de manipulare a armăturilor și materialelor cu mijloace de transport mecanizate, să cunoască modul de alcătuire a cofrajelor și cerințele care se impun acestora și să aibă noțiuni de prepararea și turnarea betoanelor, de verificarea calității armăturilor, betoanelor și lucrărilor de construcții.

Cunoașterea calității oțelurilor de construcții și a modului de verificare a acestora este o altă cerință a unui bun fierar betonist.

În sfîrșit, cunoștințele de protecția muncii formează o altă latură a pregătirii sale.

Noțiunea de construcții este foarte complexă cuprinzînd în ea toate categoriile de construcții executate pentru satisfacerea nevoilor socio-economice ale omului.

Orice clasificare a construcțiilor este desigur arbitrară și ea poartă amprenta ideii care a stat la baza clasificării.

Criteriile de clasificare și mai vechi și mai noi se referă la gruparea construcțiilor pe categorii de construcții. Părțile de construcții și elementele de construcții pot și ele să fie clasificate. Destinația și funcționalitatea construcțiilor a format unul din criteriile de clasificare, precum și materialele predominante pentru realizarea structurii de rezistență a format de asemenea alt criteriu ; modul de realizare și soluțiile constructive pot indica și ele o altă cale de clasificare.

Una din clasificările cele mai vechi împărțea lucrările în lucrări de construcții civile și industriale, lucrări inginerești, lucrări de artă și construcții speciale. Adesea în lucrările inginerești sînt cuprinse și lucrările de artă și speciale.

A. TIPURI DE CONSTRUCȚII ȘI LUCRĂRI DE CONSTRUCȚII

1. Clasificarea construcțiilor din punctul de vedere al destinației

După destinație, construcțiile se clasifică astfel:

1) *Locuințe de diferite tipuri și destinații.*

2) *Clădiri social-culturale*: construcții pentru învățămînt (școli, creșe); construcții pentru activități culturale și sportive (săli de teatru, cluburi, biblioteci, săli de sport, tribune, velodroame, stadioane, piscine, cinematografe, muzee, expoziții); construcții pentru sănătatea publică și igienă (băi publice, dispensare, policlinici, spitale, case de odihnă).

3) *Clădiri administrative și comerciale*: construcții pentru conducerea activității economico-politice (birourile instituțiilor de stat, consiliilor populare, birourile întreprinderilor); construcții pentru servicii (gări pentru transportul pe calea ferată, auto, maritim, fluvial, oficii poștale și telefonice, magazine, piețe, hale de desfacere etc.).

4) *Construcții industriale*: construcții care asigură desfășurarea unui anumit proces de fabricație sau o fază a acestui proces de fabricație (hale de producție industrială, centrale termoelectrice, hale de reparații, hangare, unități service; hale pentru producție secundară, mori, silozuri, buncăre, estacade, turnuri de răcire); construcții industriale pentru activități anexe (magazii, depozite, ateliere, garaje, remize, centrale termice, posturi trafo etc.).

5) *Construcții agrozootehnice*: construcții pentru desfășurarea producției industriale agricole (crescătorii automatizate, grajduri, saivane, ateliere etc.).

6) *Lucrări pentru industria transportului*: construcții care asigură transportul urban și interurban al mărfurilor, personalului și informațiilor (căi ferate, șosele, autostrăzi, funiculare, piste de aterizare, căi pentru tramvaie, metrouri, stîlpi de radio și de televiziune, stîlpi și lucrări de telefonie etc.).

7) *Lucrări de artă*: lucrări de mari proporții care se referă la completarea căilor de comunicații, pentru traversarea rîurilor, zonelor denivelate, precum și consolidarea fundațiilor căilor de comunicații și a zonelor aferente (poduri, podețe, viaducte — poduri peste văi fără ape — tuneluri, ziduri de sprijin, pereuri etc.).

8) *Lucrări hidrotehnice și hidroameliorative*: lucrări pentru centrale hidroelectrice și regularizări de rîuri, amenajarea zonelor portuare, evitarea inundațiilor și transformarea rîurilor în căi navigabile, precum și amenajarea zonelor piscicole (baraje, ecluze, cheiuri portuare, diguri, docuri uscate, canale de aducțiune și fugă etc.); lucrări de irigație și desecare (canale, stații de pompare, rețele de conducte etc.).

9) *Lucrări pentru alimentări cu apă — canalizări*: captări de apă, filtre de epurarea apei, apeducte, conducte de aducțiune și distribuție, rezervoare, castele de apă, stații de pompare, canale de scurgere a apelor uzate, canale colectoare cu cămine de vizitare, decantoare și instalații de depoluare.

10) *Construcții speciale*: fortificații, lucrări militare, stîlpi de energie electrică, masturi de foraj, platforme marine, lucrări subterane, coșuri de fum, lucrări pentru susținerea utilajelor tehnologice, fundații de mașini etc.

2. Clasificarea construcțiilor din punctul de vedere al materialelor și al modului de execuție și alcătuire

După materiale și mod de execuție construcțiile se clasifică în:

1) *Construcții cu structura din beton armat.* Betonul armat este unul din materialele care a revoluționat tehnica construcțiilor datorită calităților lui remarcabile: rezistență la solicitări mecanice de orice natură, durabilitate, rezistență la foc, posibilitatea de a lua practic orice formă, fabricarea și prefabricarea ușoară.

Principalele tipuri de construcții cu structuri din beton armat sînt: construcții cu schelet din beton armat turnat monolit sau prefabricat; construcții cu diafragme din beton armat; construcții din panouri mari prefabricate din beton armat; construcții din beton armat executate cu ajutorul cofrajelor alunecătoare (glisante).

Din punctul de vedere al conlucrării armăturii cu betonul construcțiile se pot executa din: beton simplu; beton armat la care armătura conlucrează prin aderența dintre beton și armătură; beton precomprimat la care armătura introduce eforturi de pretensionare inițiale în beton.

2) *Construcții cu pereți portanți.* Acestea realizează funcția de susținere a clădirii la acțiuni verticale și orizontale și în același timp îndeplinește și funcția de compartimentare și închidere a clădirii. Se realizează construcții cu relativ puține niveluri.

Construcțiile cu pereți portanți se pot clasifica în: construcții cu pereți portanți din zidărie de cărămidă (avînd rigidizări prin buiandrugi

și centuri din beton armat, sîmburi din beton armat, porțiuni de zidărie armată, ancadramente din beton armat, corniere din beton armat etc.) ; construcții cu pereți portanți din blocuri mici (ceramice cu goluri, din beton cu goluri etc. care au rigidizări similare ca cele din cărămidă) ; construcții din blocuri de beton celular autoclavizat (care se realizează după o tehnologie specifică) ; construcții cu pereți portanți din fîșii de beton celular autoclavizat (realizate din fîșii armate produse în fabrici și îmbinate pe șantier ; solidarizate prin centuri din beton armat cu mustăți înglobate în mortarul de solidarizare) ; construcții cu pereți portanți din beton ușor monolit care se pot executa cu pereți portanți realizați prin turnare în cofraje de inventar.

3) *Construcții cu structura din lemn.* Lemnul a fost întotdeauna un excelent material de construcții datorită calităților lui : rezistențe mecanice bune, ușor de prelucrat și îmbinat, ușor de protejat, termoizolant, aspect plăcut, senzația de cald pe care o dă etc.

Tehnologiile de prelucrare și execuție a acestor tipuri de construcții s-au dezvoltat mult în țările cu rezerve mari de păduri.

În țara noastră, utilizarea lemnului în construcții constituie cazuri particulare ; totuși el se folosește la construcții pentru case de vacanță, hoteluri de munte, cabane și alte obiective cu scop turistic. De asemenea se execută construcții demontabile : barăci, construcții cu caracter utilitar pentru șantier etc.

Construcțiile din lemn se clasifică în : construcții din lemn în sistemul „bloc“ (se realizează din bîrne, așezate orizontal, îmbinate prin chertare și petreceri); construcții mixte din schelet de lemn în zăbrele cu umplutură de zidărie ; construcții din lemn cu schelet din dulapi sau scînduri (construcții executate de regulă din elemente prefabricate formînd adesea obiectul unor brevete de invenție, cu pereți avînd căptușirea exterioară și interioară din scînduri bătute în „caplama“ sau puse vertical cu rosturi acoperite cu baghete) ; construcții de lemn speciale (în cadre, arce, tridirecționale) destinate acoperirii construcțiilor de deschideri mari.

4) *Construcții metalice.* Rezistențele înalte ale metalului, volumul și greutatea relativ mai redusă a elementelor conferă metalului calități pentru realizarea unor construcții ușoare cu volume de construcții mai mici, din oțel și aluminiu, pentru deschideri și încărcări mari și cu caracter dinamic.

Construcțiile metalice sînt executate la toleranțe reduse, asigurîndu-se o precizie mai bună la montaj ; se pot utiliza în elemente mari și îmbina ușor și rapid pe șantier. Se asamblează prin șuruburi, sudare și nituire și chiar prin încleiere.

Dezvoltarea siderurgiei din țara noastră a permis să se ofere constructorilor semifabricate metalice în forme foarte variate, cu caracteristici

statice mai bune, din oțeluri superioare, din aliaje de aluminiu sub formă de : laminate, țevi, profile subțiri din tablă formată la rece, profile extrudate, profile ambutisate la rece etc.

Din metal se pot executa aceleași categorii de construcții ca și din alte materiale.

Construcțiile metalice propriu-zise se pot clasifica după criterii proprii : modul de îmbinare, tipul de laminate, sistemul constructiv specific construcțiilor metalice etc.

În raport cu aceste criterii construcțiile metalice se clasifică în : construcții metalice sudate ; construcții metalice nituite ; construcții cu șuruburi ; construcții din țevi ; construcții din laminate la cald ; construcții din profile cu pereți subțiri formate la rece ; construcții pe cabluri ; construcții din aliaje de aluminiu ; construcții din oțeluri superioare și de înaltă rezistență etc.

Protecția contra focului și protecția anticorosivă se poate realiza prin diferite mijloace, atît prin pelicule de protecție de natură chimică, cît și prin protecții realizate din tencuială în rabiț, elemente prefabricate din beton, plăci de ipsos, saltele de vată minerală, prin înglobare în zidărie, alte tipuri de plăci termoizolante etc.

Planșeele construcțiilor și pereții pot fi realizați din elemente mixte (beton armat cu grinzi metalice înglobate, profile din tablă avînd rolul de cofraj pierdut sau armătură).

5) *Construcții mixte*. Construcțiile mixte sînt acele construcții care au elementele de rezistență și de închidere realizate din materiale diferite, ca de exemplu : stîlpii din beton armat, șarpanta din ferme metalice, învelitoarea din metal sau cu plăci din beton armat, azbociment, poliesteri armați cu fibre de sticlă etc.

B. PĂRȚI ȘI ELEMENTE DE CONSTRUCȚII. TENDINȚE DE DEZVOLTARE. ÎNCĂRCĂRI

Clădirile care adăpostesc oameni sau procese tehnologice pot fi desfășurate pe orizontală (construcții parter) sau pe verticală (construcții cu mai multe niveluri).

Spațiul clădirilor se împarte în spațiul activității de bază sau de producție, spațiul pentru servicii complimentare activității de producție, spațiul de circulație și acces și spațiul pentru instalații de confort și instalații tehnologice.

Construcția trebuie să asigure preluarea încărcărilor din greutatea proprie, încărcărilor funcționale ale utilajelor, încărcărilor din acțiunile climatice (vînt, zăpadă, temperatură), presiunea apei, încărcări extraordinare (cutremure, uragane) și să aibă protecția hidrofugă, termică, fonică, contra focului, coroziunii, poluării etc.

Modul de rezolvare pentru asigurarea construcțiilor la toate aceste acțiuni formează obiectul unor discipline speciale.

Activitatea industriei construcțiilor, ca orice activitate economică, este subordonată cerințelor economiei moderne și anume să se execute cu economii de materiale, de energie, de manoperă și de costuri. Aceste cerințe se realizează prin folosirea de materiale noi cu caracteristici superioare, de noi tehnologii de execuție a produselor, noi tehnologii de uzinare și noi tehnologii de execuție și montaj pe șantier.

1. Părțile construcțiilor

1) *Fundațiile și subsolurile* asigură transmiterea încărcărilor la teren, stabilitatea la răsturnare a construcțiilor, protecția contra infiltrației apelor subterane și de suprafață, putînd fi folosite în cazurile subsolurilor și pentru instalațiile clădirilor sau chiar a unor procese de producție auxiliare. Sînt subsoluri cu unul sau mai multe niveluri. Fundațiile pot fi monolite sau prefabricate. Fundațiile se execută de regulă din beton sau beton armat. În terenuri slabe se fundează pe piloți.

2) *Scheletul de rezistență și elementele de închidere* (pereții exteriori și interiori) se folosesc și la compartimentarea pe orizontală a construcțiilor.

Scheletul de rezistență va asigura și preluarea încărcărilor tehnologice și a mijloacelor de transport grele suspendate sau rezemate de scheletul de rezistență (poduri rulante, monoraiuri, conveiere) și instalațiilor (încălzire, ventilație, transport pneumatic etc.). Scheletul de rezistență se concepe să satisfacă concomitent mai multe funcțiuni (rezistență și canale de ventilație etc.). Scheletul de rezistență poate fi din zidărie, beton armat, beton precomprimat, metal, lemn etc.

3) *Planșeele clădirilor* folosesc la compartimentarea pe verticală.

În același timp ele realizează împreună cu structura de rezistență și centurile o rigidizare spațială a scheletului de rezistență și a întregii construcții.

După natura construcției, destinație, încărcări, deschideri etc., planșeele pot fi alcătuite din diferite materiale în diverse forme.

Soluția folosită în mod frecvent în prezent este cea a planșeelor prefabricate din beton armat, de mari dimensiuni, sub formă de semipanouri sau fîșii, grinzi prefabricate și corpuri de umplutură, din beton, ceramice sau alte materiale. La construcțiile turistice sau tradiționale, planșeele se pot executa din lemn.

Mai puțin utilizate la noi sînt planșeele cu structura de rezistență metalică, cu elemente de umplutură sau cu alcătuire mixtă metal-beton. Planșeele prefabricate ceramice au o răspîndire mai mică la construcțiile executate în țara noastră.

4) *Acoperișul construcțiilor* poate fi rezolvat cu pante pentru scurgerea apelor sau sub formă de terasă. Acoperișurile pot avea prevăzute elemente de luminator.

Soluția de acoperiș este funcție de deschiderea construcțiilor, de folosirea ultimului planșeu drept reazem pentru elementele de acoperiș și de materialele utilizate.

La deschiderile mari elementul de rezistență al acoperișului se poate realiza din ferme simple sau spațiale, cadre, arce, structuri tridirecționale sau pe ferme din cabluri etc. realizate din diferite materiale, beton armat, metal (oțel și aluminiu), lemn etc.

La construcțiile de deschideri mici cu planșee din beton armat se pot realiza terase izolate sau se poate alcătui o suprastructură rezemată planșeu pentru realizarea pantelor. Această soluție se mai folosește la construcții cu caracter turistic sau la vile.

5) *Scările și mijloacele de transport* asigură circulația la diferite niveluri pentru oameni și materiale. Transportul pe orizontală se asigură cu mijloace mecanice la sol, mijloace rezemate pe scheletul de rezistență (poduri rulante) sau suspendate de scheletul de rezistență (conveiere, monoraiuri, grinzi rulante). Pentru transportul pe verticală se mai folosesc ascensoare, escalatoare, benzi rulante, estacade etc., precum și transportul pneumatic pentru corespondență și materiale.

2. Lucrări de completare, protecție și finisaj

Aceste lucrări asigură funcționalitatea construcției prin realizarea pardoselilor, tîmplăriei, izolării termice, fonice și hidrofuge și îmbunătățirea aspectului estetic și de confort.

Principalele lucrări din acest domeniu sînt :

1) *Pardoselile*, care trebuie să asigure buna circulație, rezistența la uzură, întreținere ușoară, aspectul estetic, senzația de cald etc.

2) *Tîmplăria* (cu geamuri), care asigură închiderea golurilor de circulație, luminare și aerisire, putînd fi realizată din lemn, metal, materiale plastice, beton armat.

3) *Tencuielile și placajele* (interioare și exterioare) îndeplinesc funcția de protecție, aspect estetic, trebuind să fie durabile, ieftine și ușor de întreținut.

4) *Zugrăvelile și vopsitoriile* asigură protecția contra agenților exteriori, condiții de igienă, aspect plăcut și întreținere ușoară tuturor elementelor de construcții expuse agenților atmosferici, atît în interiorul construcției, cît și la exterior.

5) *Învelitoarea* protejează construcția contra acțiunii ploilor, zăpezilor etc.

6) *Izolările termice și fonice* se aplică pereților, învelitorilor, fundațiilor, subsolurilor și pardoselilor. Hidroizolările sînt verticale și orizontale și trebuie să asigure o protecție continuă, dîndu-se o mare importanță la racordările între protecția orizontală și verticală.

7) *Hidroizolația* asigură protecția contra umezelii pămîntului, apelor cu și fără presiune hidrostatică.

Protecția contra apelor este funcție de : modul cum acționează apa din sol ; durata de acțiune ; umiditatea mediului înconjurător ; agresivitatea apei în raport cu materialele din care sînt executate construcțiile ; tasările ; dilatările ; contracția construcției ; caracteristicile materialelor de izolație ; tehnologia de aplicare a izolației. O atenție specială trebuie acordată : punților de infiltrație ; racordărilor ; străpungerilor etc.

3. Elemente de construcții

Noțiunea de element de construcții se poate referi fie la o parte a construcției, așa cum s-a arătat anterior, fie la o parte componentă a părților de construcții. De exemplu, planșeul poate fi alcătuit din elemente din beton armat precomprimat.

Tipurile principale de elemente de construcții sînt:

1) *Elemente de fundații* :

Pentru *construcțiile de zidărie* fundațiile se realizează de regulă din beton simplu turnat direct în săpătură ; în terenuri cu tasări inegale, fundațiile se consolidează cu una sau două centuri din beton armat ; fundațiile pentru pereții interiori se îngroașă și se armează corespunzător placa de pardosea.

Pentru *structurile din beton armat* se fac : fundații izolate ; fundații cu cuzineți din beton armat ; fundații cu talpa armată (cu sau fără articulație) ; fundații pahar prefabricate din beton armat. Se mai execută : fundații pe grinzi prefabricate ; fundații predale prefabricate pentru fundații tip radier ; fundații casetate prefabricate ; fundații pe piloți prefabricați armați sau pretensionați.

2) *Elemente pentru pereți* : centuri armate ; sîmburi din beton armat ; buiandrugi prefabricați ; ancadramente prefabricate pentru goluri de ferestre și uși, cu sau fără solbancuri ; profile ; brîuri ; cornișe ; coșuri și canale de fum din beton armat prefabricat ; fîșii armate pentru pereți din beton celular autoclavizat ; panouri mari prefabricate din beton armat cu funcțiune de închidere sau funcțiune portantă mono sau multistrat cu așezare orizontală sau verticală. Închiderea construcțiilor industriale și chiar a vilelor se execută și din metal cu sau fără izolare termică.

3) *Elemente de planșeu* : planșeele clădirilor, în funcție de natura scheletului de rezistență, se pot alcătui din : elemente prefabricate din beton armat ; semipanouri ; fîșii cu goluri rotunde ; fîșii ceramice de planșeu ; grinzi în forma literei T cu corpuri de umplutură : grinzi cu armături pretensionate de forma literelor T și Π ; grinzișoare cu armătura pretensionată cu montare rapidă, predale suprabetonate. Semipanourile sînt din fabrică prevăzute cu toate golurile necesare trecerii coșurilor de fum, ventilațiilor sau conductelor, instalațiilor, cu eventuale armături suplimentare.

Fîșiile cu goluri au grosimi de 14 cm pînă la lungimea de 4 m și de 19 cm în cazul lungimilor mai mari. Fîșiile ceramice se produc în fabrică sau în atelierele de șantier.

Grinzile pretensionate sînt folosite la deschideri mari. Planșeele cu corpuri de umplutură sau dale prefabricate pot rezema și pe grinzi metalice.

4) *Elemente de acoperiș* : pentru acoperirea halelor metalice și a clădirilor se utilizează : ferme din beton armat, metal și lemn ; elemente prefabricate puse direct pe scheletul de susținere ; grinzi T ; grinzi Π ; chesoane etc. din elemente de beton armat și elemente de beton precomprimat.

5) Gradul ridicat de prefabricare introdus în prezent face să se execute în uzine fie *elemente spațiale pentru o întreagă încăpere*, fie *prefabricarea tuturor elementelor liniare componente ale clădirii*.

4. Instalații pentru clădiri

Instalațiile pentru clădiri se referă la:

1) *Alimentarea cu apă* (potabilă și industrială).
2) *Canalizare*, pentru evacuarea apelor uzate și a apelor pluviale.
3) *Electricitate*, care cuprinde rețele pentru lumină, telefon, sonerii, radio și televiziune, aparatura casnică, frigidere etc.
4) *Încălzire*, pentru asigurarea temperaturii normale de lucru și protecția instalațiilor.
5) *Ventilație*, pentru evacuarea aerului viciat și împrospătarea cu aer curat în condiții de umiditate controlate.
6) *Antipoluante*, conținînd filtre antipoluante.
7) *Crematoriu*, pentru arderea deșeurilor menajere.

5. Tendințe în alcătuirea și executarea construcțiilor

Pentru a se realiza sarcinile puse tuturor industriilor de strategia partidului în edificarea societății socialiste multilateral dezvoltate, trebuie să se țină seama de necesitățile moderne ale dezvoltării economice și anume să se realizeze: construcții cu multiple posibilități funcționale, cu utilizarea de materiale nedeficitare, cu volum de manoperă redusă, cu consum mic de energie, cost redus, durată de execuție mică. Construcțiile trebuie astfel concepute ca să aibă o durată de viață cît mai mare din punct de vedere funcțional; construcția trebuie să poată fi modificată ușor ca repartiție interioară (pereți demontabili, transport la sol etc.).

6. Încărcările construcțiilor

Încărcările, denumite și acțiuni, care solicită o construcție în timpul execuției și exploatării sînt:

1) *Încărcări permanente,* care acționează pe toată durata construcției (greutatea proprie a elementelor de construcție, greutatea sau împingerea pămîntului, apei, acțiunea din precomprimare a unor elemente etc.).

2) *Încărcări temporare (cvasipermanente și variabile),* care acționează numai în anumite perioade mai lungi sau mai scurte cu inten-

sități mai mari sau mai mici. Din aceste acționări se enumeră : încărcările planșeelor cu oameni, utilaje, materiale, apă, pămînt, pereți, mijloace ușoare de ridicat, poduri rulante pe grinzi de rulare și acțiunea lor dinamică ; încărcări care apar la transport și montaj ; încărcări climatice : zăpadă, vînt, chiciură, temperatură.

3) *Încărcări excepționale* provenite din cutremure, explozii, defectarea utilajelor, ruperea unor elemente, șocuri, tasarea reazemelor etc. Calculul care se face ține seamă de frecvența, intensitatea, durata acțiunii încărcărilor, perioada de revenire, luîndu-se coeficienți de siguranță corespunzători. Modul de luare în calcul al încărcărilor este reglementat prin standardele de stat.

Rezistențele de calcul sînt de asemenea reglementate prin standarde de stat și ele reprezintă o anumită valoare din limita de curgere a materialului. Calculul eforturilor unitare care apar în elementele supuse la întindere, compresiune sau încovoiere se face după regulile Mecanicii construcțiilor și Rezistenței materialelor.

C. PLANURI DE EXECUȚIE

Construcțiile se execută după planuri întocmite de institute specializate de proiectare.

Construcțiile nu pot fi executate decît conform planurilor elaborate de proiectant care răspunde asupra concepției de ansamblu, economicității construcției și rezistenței elementelor proiectate.

Proiectantul întocmește proiectul după care se execută construcția pe baza unor studii tehnico-economice și calculelor de rezistență, în funcție de posibilitățile aprovizionării cu materiale și posibilitățile tehnologice de execuție ale uzinelor și fabricilor care livrează elemente, ale atelierelor de șantier, precum și în funcție de mijloacele mecanice pe care le are șantierul pentru transport, manipulare, punere în operă etc.

Soluțiile tehnice din planuri nu pot fi schimbate decît cu acordul proiectantului.

Planurile sînt desene care cuprind toate elementele geometrice (lungimi, lățimi, grosimi, distanțe, toleranțe etc.) pentru amplasarea în teren a construcției și pentru execuția părților ei componente în ordinea logică a unei tehnologii de execuție rațională.

Pentru fiecare element de construcție și părți componente ale acestora, se întocmesc planuri cu detalii de execuție. Planurile de armare fac parte din planurile de execuție.

Toţi tehnicienii, meşterii şi muncitorii calificaţi trebuie să citească planurile şi detaliile de execuţie putînd să facă pe baza lor planul de aprovizionare cu materiale, organizarea producţiei de elemente pe şantier, planurile de organizare şi planurile de montaj cu grafice şi termene de execuţie, planurile forţelor de muncă, organizarea echipelor etc.

Pentru execuţia planurilor (desenelor) trebuie să se cunoască regulile de întocmire a desenelor tehnice.

1. Clasificarea planurilor după conţinut

După conţinutul lor, planurile de construcţii se clasifică astfel:

1) *Planurile de situaţie* prezintă proiectat pe teren (văzut de sus) contururile exterioare ale construcţiei, căilor de acces, orientarea clădirilor faţă de punctele cardinale, limitele terenului pe care se execută, vecinătăţile etc. ; planul de situaţie este un fel de hartă care arată poziţia construcţiilor care se execută.

2) *Planurile de ansamblu* cuprind de regulă o parte mai restrînsă a obiectelor de construcţii care urmează a se executa şi conţin cotele pentru trasarea limitelor construcţiei.

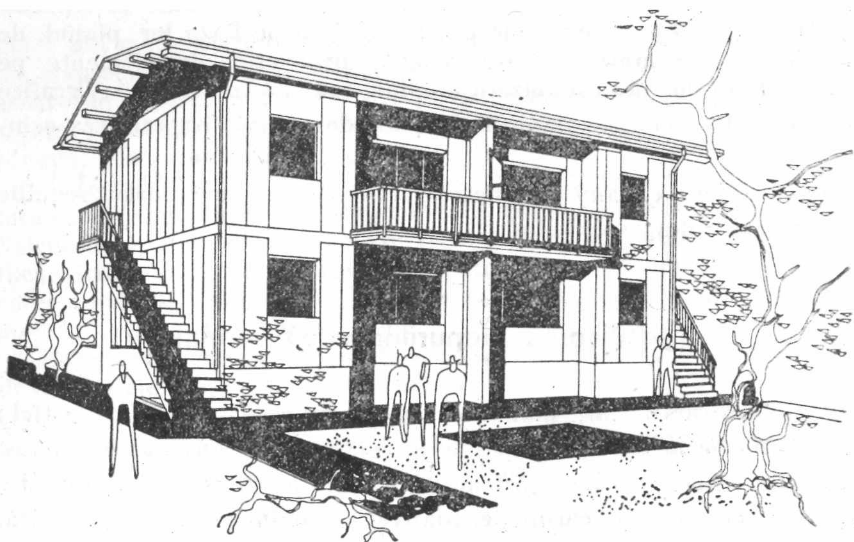
Planurile unei clădiri figurată pe planul de ansamblu sînt alcătuite din :

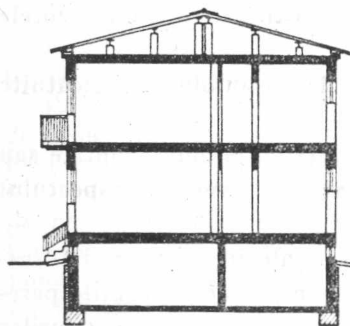
1) *Faţade*, care sînt proiecţii ale construcţiei pe planuri frontale sau laterale conţinînd elementele care apar în faţade cu redarea aspectului construcţiei (fig. I.1, *a*).

2) *Secţiunile construcţiilor* prin planuri verticale în lungul sau transversal construcţiei care conţin toate cotele elementelor (grosimile pereţilor, înălţimea camerelor, grosimile planşeelor, dimensiunile golurilor prevăzute prin secţiunea respectivă etc.), (fig. I.1, *b*).

3) *Planurile construcţiei la diferite niveluri* care se referă la planul parterului şi planurile etajelor reprezentate prin secţionarea construcţiei cu un plan orizontal, cotîndu-se toate elementele (grosimea pereţilor, dimensiunile camerelor, golurile ferestrelor şi uşilor (fig. I.2).

4) *Planurile fundaţiei* reprezintă contururile fundaţiei aşa cum rezultă dintr-o secţiune prin fundaţie.





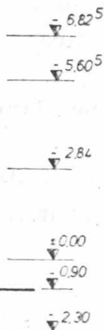
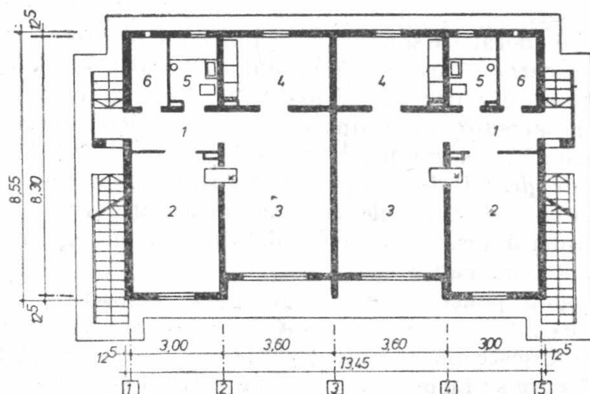


Fig. Fig. I.1. Alcătuirea unei clădiri :
a — vedere ; *b* — secțiune verticală.

5) *Planul de cofraj*, care se execută pentru elementele din beton armat turnate pe șantier.

6) *Planurile instalației* de apă, canal, electrice și încălzire, ventilare etc., care se întocmesc după reguli de desen specifice ; ele conțin traseul conductelor și poziția corpurilor de încălzire și iluminat, întrerupătoare etc.



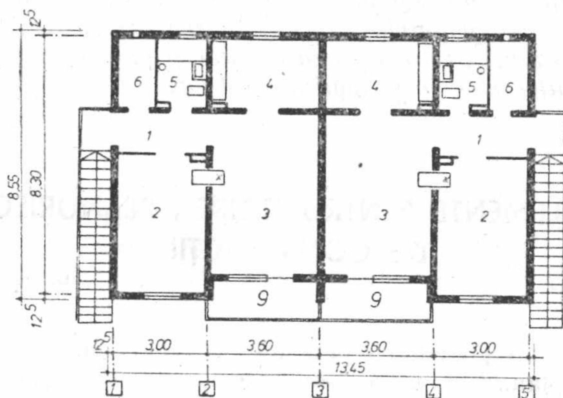


Fig. I.2. Secţiuni orizontale printr-o clădire.

Constructorul şi muncitorul constructor trebuie să prevadă încă de la turnarea betonului golurile necesare pentru conducte şi piese înglobate.

Alte planuri conţin şi vederea în spaţiu a construcţiei, *perspectiva construcţiei* (fig. I.1, *a*) pentru a se avea o imagine reală a construcţiei aşa cum arată în realitate (ca într-o fotografie).

2. Clasificarea planurilor după gradul de detaliere

După gradul de detaliere și precizie, planurile se prezintă sub formă de:

1) *Planuri generale*, care arată modul de alcătuire generală a construcției sau al unui obiect de construcție, fără să conțină detalieri.

2) *Planuri de execuție*, care sînt desenele definitive, la scară, cotate ale unui ansamblu sau element.

3) *Planuri de detalii de construcții*, secțiuni transversale și longitudinale, vederi etc. ale unui element de construcție avînd toate cotele pentru execuția detaliilor. Astfel se fac detalii de armare pentru fundații, stîlpi, planșee, grinzi, cadre etc.

4) *Schiță cotată* pentru execuția de piese mărunte pe șantier (se pot face schițe cotate executate cu creionul și mîna liberă). Dacă această schiță folosește pentru imaginarea unei piese se numește *schiță de proiect*, după care se face desenul la scară. Cînd schița se face după o piesă existentă se numește *schiță de releveu.*

La executarea schiței tehnice se va avea în vedere: *poziția optimă de reprezentare*; *analiza formelor geometrice componente*; *alegerea vederii principale și numărul minim de vederi necesare*; *încadrarea desenului întrun dreptunghi minim*; *trasarea axelor de simetrie*; *trasarea conturului cu linii subțiri pentru redarea formelor și proporțiilor*; *trasarea rotunjirilor și liniilor de cotă și mărimea cotelor.*

D. ELEMENTE PENTRU CITIREA PLANURILOR DE CONSTRUCȚII

Desenul este o reprezentare la scară (de regulă micșorată) prin proiectarea pe un plan, după un anumit sistem, a construcțiilor sau elementului de construcții.

Desenele tehnice se execută cu respectarea unor reguli precise din care unele fac obiectul unor standarde de stat cum sînt: formatele planurilor, scările, împăturirea desenelor, scrierea, hașurarea, modul de reprezentare spațială (axonometric), rotirea în desenul industrial (reprezentare, poziționare), modul de reprezentare al secțiunilor, gradul de prelucrare la elementele metalice, numerotarea, semne convenționale.

Desenele se pot clasifica după mai multe criterii (v. STAS 415-80).

Desenele obișnuite sînt executate în așa-zisa *proiecție ortogonală* care reprezintă obiectul în vedere sau secțiune deci într-un plan cu

două dimensiuni (lungimi, lățimi). Reprezentarea construcției în trei dimensiuni se face prin desene în *perspectivă*.

În cadrul acestei lucrări se indică cîteva elemente de desen care trebuie respectate de fierarii betoniști.

1. Formate, scări, scriere, linii

a. **Formatele planurilor și ale copiilor acestora** (care ajung pe șantier). Acestea au dimensiunile prevăzute în STAS 1-84 în care se indică pentru un anumit format, simbolul (A1...A5), dimensiunile în mm, suprafața în m^2, dimensiunile chenarului, distanța între chenar și margine, precum și lățimea fîșiei de îndosariere.

Fiecare desen are un indicator întocmit conform STAS 282-80.

Pe aceeași coală se pot executa mai multe desene independente.

b. **Împăturirea desenelor.** Această operație se face după reguli precise conform STAS 74-76. Împăturirea obișnuită se face la formatul A4 (210 × 297) mm). Se admite împăturirea și la alte formate.

Împăturirea se face astfel ca pe latura de jos a desenului împăturit să apară indicatorul în întregime în poziție normală de citire a dosarului (mape, broșuri).

La împăturire se ține seama ca îndoirea să se facă paralel cu fîșiile de îndosariere.

c. **Scările desenelor tehnice.** Scara unui desen este raportul dintre dimensiunile liniare măsurate pe desen și dimensiunile reale ale obiectului reprezentat (STAS 2-82).

Sînt *scări de măriri* folosite la detalii de execuție 2 : 1 ; 5 : 1 ; 10 : 1 și scări la mărime naturală 1 : 1 ; pentru detalii de execuție cotele se scriu în milimetri sau centimetri, fără a se ține seama de grosimea tencuielilor sau a unui anumit fel de finisare.

Scările de micșorare uzuale folosite în desenul de construcții sînt : 1 : 25 ; 1 : 50 ; 1 : 100 ; 1 : 200 ; 1 : 500. Ultimele scări se folosesc pentru planurile de situații. Cotele se trec în centimetri sau metri, după mărimea dimensiunilor.

d. **Liniile în desenul tehnic.** Acestea sînt și ele normate (STAS 103-84) clasificîndu-se în 3 tipuri (*linie continuă, linie întreruptă, linie-punct*) cu grosimi diferite : *groasă, mijlocie* și *subțire*.

De regulă se alege o grosime de bază $b = 0{,}2...2$ mm pentru linia continuă, linia mijlocie avînd grosimea $b/2$, iar cea subțire $b/4$.

Liniile continue groase se folosesc pentru contururi și axele armăturilor în grosimea de $1{,}5b$, liniile subțiri pentru muchii fictive, linii de cotă și ajutătoare, hașuri, conturul secțiunilor suprapuse etc., iar

liniile întrerupte pentru contururi și muchii acoperite; liniile-punct se folosesc de regulă pentru trasarea axelor și traseelor de secționare (cu grosimea de 1,5b).

e. **Scrierea în desenul tehnic.** Această operație se face cu mîna sau cu șablonul (texte, simboluri, litere latine și grecești, cifre romane și arabe etc.).

Dimensiunile literelor sînt standardizate, precum și înclinarea acestora. STAS 186-74 dă toate dimensiunile literelor, distanța dintre litere, cuvinte și rînduri etc., precum și rețelele de linii ajutătoare pentru scriere.

f. **Hașurarea desenelor.** Această operație se face cu respectarea indicațiilor din STAS 104-80 unde este arătat modul de hașurare pentru: metale, lemn, cărămidă, beton, beton armat, beton precomprimat, sticlă, pămînt, umplutură, lichide etc.

Hașurarea se execută de regulă cu linii continue subțiri, drepte, paralele, echidistante, înclinate la 30°, 45° sau 60°, la dreapta sau la stînga față de linia de contur.

2. Proiecții, cotare, secțiuni

Dispoziția proiecțiilor și modul de execuție a vederilor, fațadelor și secțiunilor în desenul tehnic se face su respectarea STAS 614-76.

a. **Vederea din față sau vederea frontală (proiecția principală).** În raport cu proiecția principală se denumesc și celelalte proiecții (vedere de sus, stînga, dreapta, spate, jos).

Proiecția principală este astfel aleasă ca să se prezinte cît mai multe detalii de formă ale construcției. De regulă se folosește vederea frontală și cea laterală din stînga.

Pentru piesele componente proiecția principală este cea de punere în operă sau de prelucrare (armături, șuruburi etc.).

b. **Planurile de situații.** De regulă acestea se fac la scara 1 : 100. Pe planul parterului se poate reprezenta și planul acoperișului (la construcții cu un nivel) care se redă prin linii punctate unde se trec coamele, doliile și streașina sau se face un plan separat.

Ferestrele se reprezintă prin două linii paralele care reprezintă geamurile cuprinse între liniile de contur ale peretelui și prin două linii drepte transversale pe zid în exterior la limitele exterioare ale tocului (v. fig. I.6). Ușile se reprezintă prin întreruperea peretelui secționat, desenîndu-se limitele deschiderii prin drepte perpendiculare pe conturul zidului. Foaia ușii se reprezintă printr-o dreaptă perpendiculară pe zid

(ușa deschisă) și cu o linie ajutătoare (un arc de cerc care descrie cursa de deschidere a ușii). Pe axele de simetrie ale ferestrelor și ușilor se trec cotele. La uși se desenează printr-o săgeată direcția accesului în încăpere; grosimile pereților sînt în funcție de grosimea elementelor portante constituente, fără tencuieli (grosimea cărămizilor 25 cm sau $(1 + 1/2)\,25 \approx 38$ cm sau grosimea blocurilor ceramice, grosimea peretelui din beton celular sau din panouri de beton, beton glisat etc.). Scările se reprezintă prin mai multe proiecții (vedere orizontală, verticală, secțiuni etc.). Dimensiunile treptelor (lățime și înălțime) sînt normate (de regulă 25/15 cm).

c. **Cotarea.** Prin cotarea unui desen de construcții se înțelege înscrierea în acel desen a dimensiunilor parțiale și totale, necesare pentru determinarea precisă și clară a tuturor elementelor construcției. Cotarea se face cu respectarea STAS 1434-83, STAS 188-76 și STAS 9773-82 pentru construcții metalice și STAS 855-79 pentru construcții din beton armat.

Cotarea se face prin intermediul următoarelor elemente: *linii de cotă,* care indică lungimile și unghiurile elementului; *cota,* care indică valoarea numerică a dimensiunii considerate, exprimată în mod obișnuit cu cifre arabe, însoțite uneori de simboluri în litere; *linii ajutătoare,* care delimitează porțiunile cotate și se folosesc în cazurile în care linia de cotă nu taie conturul elementului; *linii de indicație* sau *de referință,* care se folosesc pentru indicarea cotei cînd spațiul de desen nu este suficient; ele se reprezintă printr-o linie frîntă subțire cu săgeata ascuțită prelungită pînă la spațiul pe care-l indică (fig. I.3).

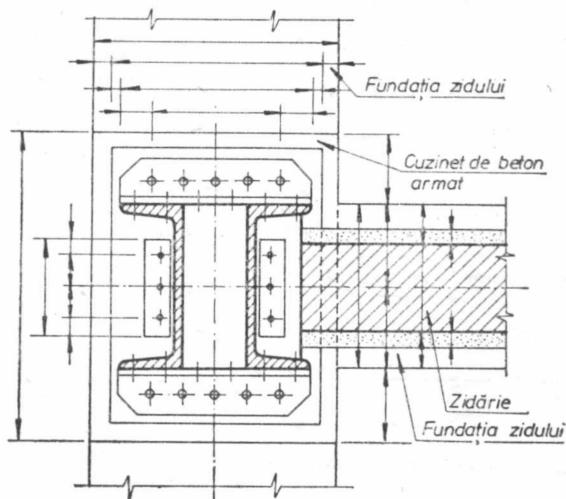


Fig. I.3. Linii de referință în desen.

Pentru indicarea diferenței de nivel dintre fața elementului luată drept plan de referință se folosește *cota de nivel*. Liniile de axă indică axa elementului sau construcției.

Uneori drept linie de cotă se folosesc și celelalte tipuri de linii (ajutătoare, de contur, de axă etc.).

Pentru cotarea unor porțiuni drepte prin linii de cotă se pot trasa mai întîi liniile de contur (perete) care delimitează liniile de cotă ce se duc paralele cu elementul. Pentru contururi curbe se folosesec linii de cotă curbe trasate echidistant de contur ; pentru unghiuri se duce o cotă circulară cu centrul în vîrful unghiului și se delimitează de laturile unghiului sau prelungirea acestora.

La schemele geometrice ale elementelor cu zăbrele, lungimile barelor componente se vor indica direct pe axe fără linii de cote sau linii de referință (fig. I.4).

Pentru transcrierea cotelor se întrerup hașurile. Axele de simetrie se marchează ca în figura I.5, *a,b*.

La elementele simetrice cotele se pot reprezenta integral sau pe jumătate (v. fig. I.5).

Pantele acoperișului se marchează printr-o săgeată avînd sensul coborîtor, valoarea pantei se scrie sub formă de raport sau în procente (v. fig. I.7) sau prin cotele unui triunghi dreptunghic (în valori absolute).

La trasarea liniilor de cote se va respecta următoarea regulă : liniile de cotă mai mici se desenează lîngă contur, iar cele mai lungi mai departe de contur pentru a se evita intersecțiile liniilor de cotă cu liniile ajutătoare. De asemenea se vor evita golurile ferestrelor și ușilor.

Fig. I.4. Desenarea schemelor geometrice.

Fig. I.5. Mod de cotare.

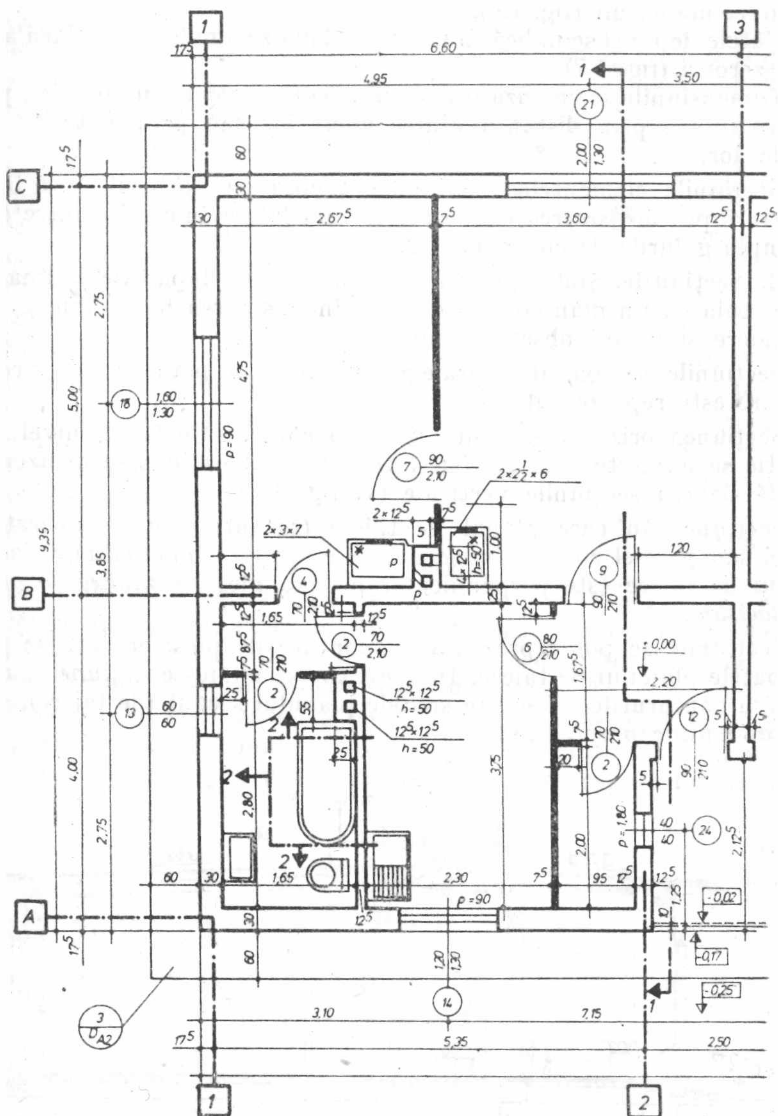


Fig. I.6. Cotarea unui plan.

Axele de trasare a construcţiilor se marchează cu cifre arabe sau cu litere majuscule (fig. I.6).

Cotele de nivel se indică în metri cu două zecimale, chiar dacă acestea sînt zerouri (fig. I.7).

Dimensiunile se cotează prin linii de cote paralele cu laturile ; poziţia lor se indică prin distanţa dintre axele lor sau prin distanţa dintre feţele lor.

Secţiunile elementelor mici se pot cota cu ajutorul unei linii de referinţă pe care se trec cotele celor două laturi înmulţite între ele, de exemplu golurile de coşuri (v. fig. I.6).

d. **Secţiunile.** Sînt reprezentarea unui obiect după tăierea imaginară a acestuia cu un plan convenţional şi îndepărtarea părţii dintre planul de tăiere şi ochiul observatorului.

Secţiunile se execută paralele cu unul din planurile de proiecţie pe care este reprezentat obiectul.

Secţiunea orizontală făcută printr-o construcţie la un nivel caracteristic se numeşte *plan* (v. fig. I.6) ; cuvîntul *secţiune* se utilizează de regulă pentru secţiunile verticale (v. fig. I.7).

Secţiunea în care planul de tăiere (secant) este considerat axa piesei sau paralel cu aceasta se numeşte *secţiune longitudinală*, iar cînd planul de tăiere este perpendicular pe axa piesei *secţiunea se numeşte transversală.*

Secţiunile se pot reprezenta cu contururile pieselor care se găsesc în spatele planului de tăiere. În acest caz se numeşte *secţiune de vedere*, iar fără contururile piesei din spatele planului secant (de tăiere), se numeşte *secţiune propriu-zisă.*

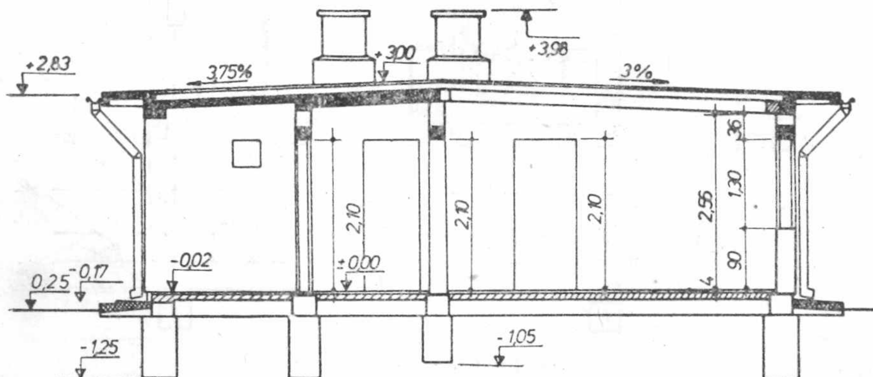


Fig. I.7. Cote de nivel.

Se poate folosi și secțiunea deplasată așezată în prelungirea axei de secționare. Secțiunile pot fi totale sau parțiale (combinate cu vedere).

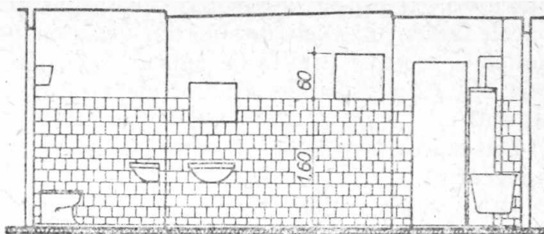


Fig. I.8. Desfășurarea vederilor.

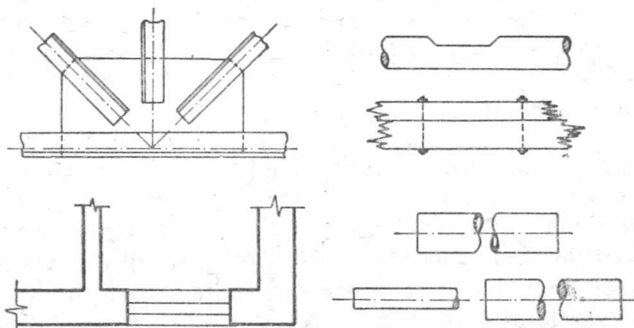
Traseul secțiunilor se stabilește pentru indicarea porțiunilor caracteristice, putînd fi drepte sau decalate. Direcția de privire a secțiunii (cu îndepărtarea părții dintre planul de tăiere și ochiul observatorului) se indică prin săgeți cum este arătat pe planul din figura I.6, secțiunea *1—1*, care este apoi reprezentată în figura I.7.

Reprezentarea decalată a secțiunilor cu o desfășurare a vederilor secționate se indică prin săgeți îndreptate spre secțiunile parțiale, ca secțiunea *2—2—2* din figura I.6 reprezentată în figura I.8. Detaliile pentru care se fac desene separate pot să nu fie reprezentate în secțiuni, ci numai în detaliu.

Liniile de întrerupere a desenului (pentru elemente lungi) denumite și *linii de ruptură* se reprezintă ca în figura I.9.

Cotele ușilor și ferestrelor pe desene la scările obișnuite (1/100) și mai mici se înscriu pe axele acestora sub formă de fracție, în centimetri (lățimea deasupra înălțimii de la fața pardoselii), iar foaia arată sensul de deschidere a ușii printr-un arc de cerc.

e. **Trasarea în tuș.** Desenele de construcții se execută în tuș, pe calc, după care se fac copii pe hîrtie ozalid care ajung la șantier. La trasarea desenului în tuș se poate respecta cu precizie raportul de grosime


Fig. I.9. Linii de ruptură pentru diferite materiale.

dintre linii reglîndu-se deschiderea trăgătorului și respectîndu-se următoarele indicații : axele de simetrie vor avea grosimea de 1/4 din grosimea liniilor de contur (liniile de contur 1/1), iar liniile ajutătoare și cele de cotă 1/4 (din grosimea liniilor de contur), conform indicațiilor de la punctul c.

Desenarea săgeților și completarea unghiurilor se face cu peniță topografică.

Orice desen trebuie să fie cotat, hașurat și să aibă indicator.

3. Planuri pentru construcții din beton armat

Construcțiile din beton armat se reprezintă prin planuri de ansamblu, de fundații, de cofraj, detalii de armare și de montare prefabricate, conform STAS 855-79.

Planul de fundație se reprezintă printr-o secțiune (cu vedere de sus), făcută într-un plan orizontal deasupra soclurilor (fig. I.10 a). Planul de cofraj al unui planșeu se prezintă printr-o vedere de sus a elementelor componente ale cofrajului, considerînd armăturile nemontate și betonul neturnat (fig. I.11).

Planurile de armare în secțiune și vedere se reprezintă considerînd armătura montată, fără turnarea betonului (fig. I.12, I.13 și I.14).

a. **Notare și cotare.** Pe planuri se notează o singură dată marca betonului, tipul oțelului-beton conform standardului, extrasul de armătură, cota de nivel etc.

Se folosesc următoarele simboluri :

1) *Fundația* se notează cu litera *F* urmată de un indice care indică numărul fundației (v. fig. 1.10 a).

2) *Stîlpii* se notează cu litera *S* urmată de un indice care de regulă arată numărul stîlpului, începînd cu stîlpul din stînga jos, sau axa stîlpilor în litere și numărul stîlpului de pe axă sau fundație (v. fig. I.11). Sub simbolul stîlpului se trec dimensiunile secțiunii transversale ale stîlpului, în centimetri.

3) *Grinziie* se notează cu litera *G* avînd ca indice literele *A...Z* urmate de un număr ; literele *A...Z* indică planul cărei aparține, iar indicile numeric rezultă din numerotarea grinzilor, după care se trec dimensiunile secțiunii transversale grinzii, în centimetri, în ordinea $b \times h$ (lățime × înălțime), în fiecare deschidere care diferă (v. fig. I.11).

4) *Centurile* se notează cu litera *C* urmată de un indice numeric și dimensiunile secțiunii transversale, de exemplu : $C_2 - 25 \times 20$.

5) *Buiandrugii* se notează în mod similar cu literele *G* sau *B*.

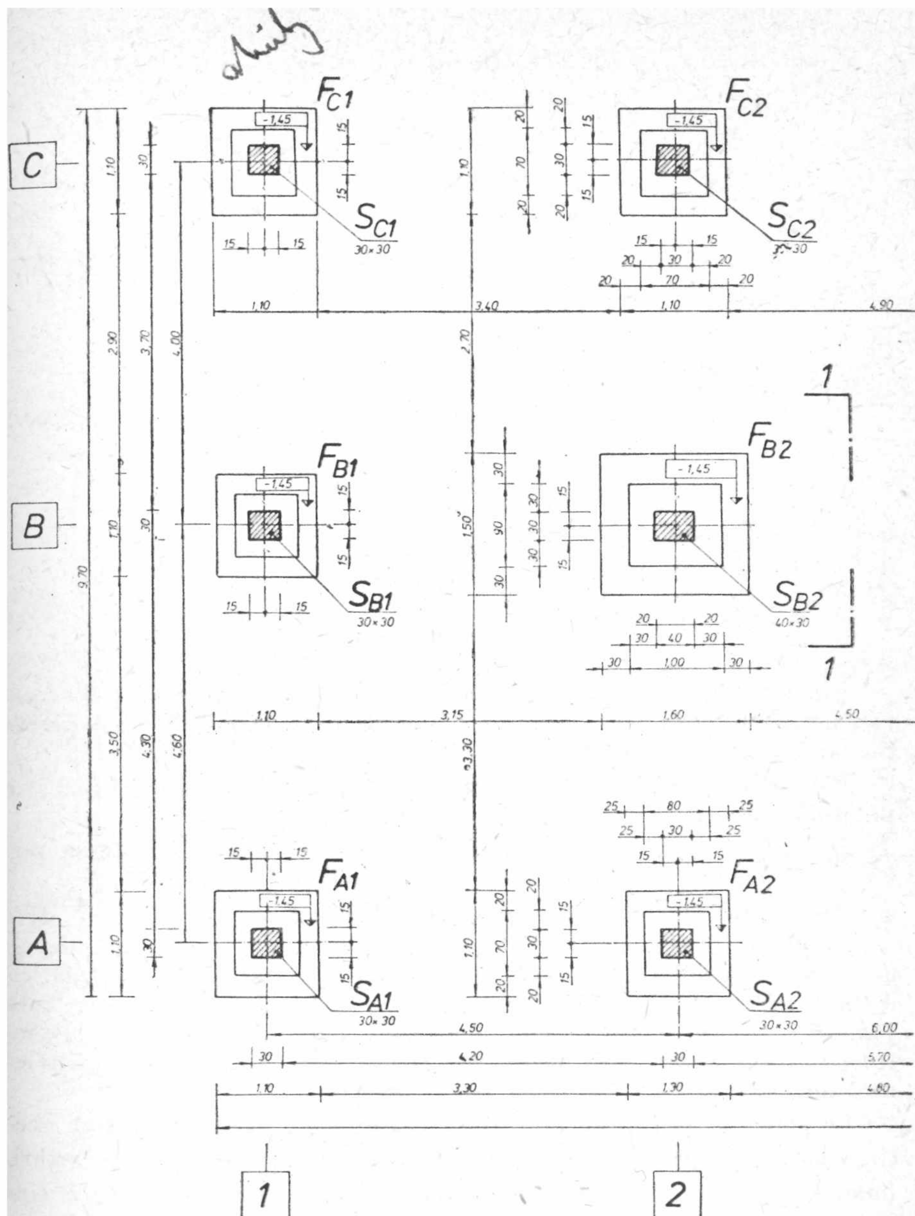


Fig. I.10 a. Plan de fundații.

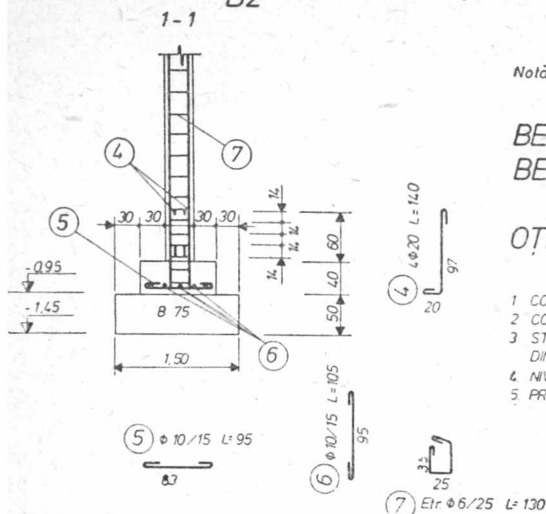


Fig. I.10 b. Secțiune printr-o fundație.

Alte notații : *CA* = cheson acoperiș ; *P* = placă de planșeu ; *D* = perete despărțitor din panouri mari ; *PF* = perete de fațadă ; *PPB* = perete portant din beton armat.

Planurile de cofraj și de armare se fac de regulă la scara 1 : 50 ; se pot folosi și scările 1 : 20 (1 : 25) sau 1 : 100.

Detaliile de armate se fac la aceleași scări ; pentru claritate se pot folosi și scările 1 : 10 ; 1 : 5 sau 1 : 2.

Pe planuri se mai trec următoarele date :

În planurile de fundații se dau dimensiunile în plan ale stîlpilor și grinzilor de fundații, zidurile, cuzineții, soclurile, tălpile fundației, distanța dintre tălpi și cotele respective. De asemenea, se trece cota săpăturii în cote relative față de nivelul de referință ±0,00, nivelul terenului natural în cote absolute, natura și caracteristicile terenului de fundare (fig. I.10 b).

Pe planul de cofraj se reprezintă toate elementele verticale în secțiuni hașurate (stîlpi, pereți) și conturul elementelor orizontale (grinzi, buiandrugi), precum și secțiunile verticale din planșeu rabătute (întoarse la 90°) în planul orizontal al cofrajului. Se dau toate cotele generale (v. fig. I.11). Grosimea plăcii de planșeu, în centimetri, se trece pe

BETON B 200

Fig. I.11. Planul cofrajului unui planșeu peste etajul I, cota +6,55 m.

diagonala suprafeței plăcii (v. fig. I.11). Se poate înscrie și în titlul desenului la plăci de aceeași grosime. Golurile se marchează printr-o diagonală frîntă.

În planurile de armare (planșee, grinzi, cadre, fundații, stîlpi) se desenează barele caracteristice considerate rabătute în planul cofrajului (v. fig. I.12).

Plăcile la care armătura se repetă în mai multe cîmpuri se indică printr-o linie diagonală (v. fig. I.11 și I.12). Pe planul de armare a plăcilor se cotează lungimea călăreților de la marginea reazemului pînă la capăt și distanța de la marginea reazemului (fața interioară) pînă la punctul de ridicare a armăturii înclinate (v. fig. I.12). Pentru barele cu diametrul mai mic de 12 mm și care se fasonează direct pe placă nu este obligatoriu să se coteze lungimile parțiale ale segmentului de bară.

Plăcile armate pe două direcții se notează convențional prin două axe rectangulare cu săgeată.

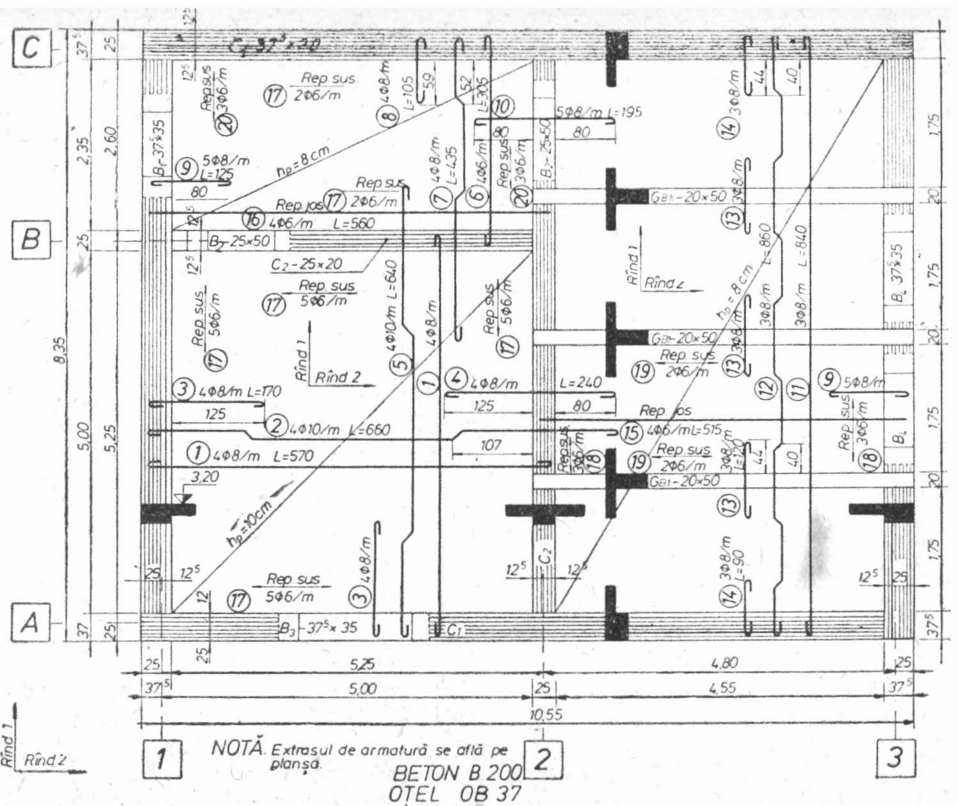
Armăturile de repartiție se desenează fie ca bară rabătută în planul cofrajului, fie convențional cu o linie scurtă trasată în sensul lungimii barei și terminată cu săgeți la ambele capete (v. fig. I.12) ; pe această linie se scrie cuvîntul repartiție (întreg sau scurtat) și poziția unde se montează sus, jos, iar sub ea se trece marca barei (numărul de identificare înscris într-un cerc), numărul de bare asemenea și diametrul lor în mm, precedat de semnul $\varnothing$. Numărul de bucăți se dă pe metru de placă (v. fig. I.12).

Fiecare tip de bară extrasă se cotează cu toate lungimile parțiale scrise deasupra sau dedesubtul segmentelor cotate, fără a se trasa linia de cotă.

Lungimile parțiale ale segmentelor barelor se măsoară pe axă, iar a etrierilor la fața interioară (v. fig. I.14, I.15 și I.16). Modul general de cotare se poate vedea pe figura I.13. La bare îndoite la 45° se admite să nu se mai coteze lungimile acestora. Lungimea totală a unei bare rezultă din suma lungimilor parțiale rotunjite la centimetri întregi, plus lungimea ciocurilor (dacă este cazul), totul rotunjit la multiplu de 5 cm cel mai apropiat, care se trece pe desen și în extrasul de armătură (fig. I.15 b și I.17). Lungimea ciocurilor se va lua conform normelor.

Deasupra fiecărui tip de bară (la aproximativ 1 mm distanță) se înscriu următoarele date : marca barei (numărul de identificare) înscrisă într-un cerc, numărul bucăților asemenea, diametrul, în mm, precedat de semnul $\varnothing$ și lungimea totală notată cu *L*. La plăci numărul barelor se dă de regulă pe metru sau prin distanța dintre bare (v. fig. I.12).

Cînd armătura este așezată pe mai multe rînduri se indică rîndul pe care este montat, numerotat de la exterior la interior (v. fig. I.13 mărcile ⑤ și ⑥).



Fig, I.12. Planul cofrajului și armarea unei plăci peste etajul I.

GRINDA G_{A2} G_{B2} — 20×60
OȚEL PC 52 în bare de rezistență
OB 38 în etrieri și bare de montaj

Îk închiși 1,40 | deschiși 1,75 | închiși 1,40 | închiși 1,90 | deschiși 2,25 | închiși 1,40

55 45 | 30 55 55 | 55 1,05 30 | 25 | 85 55

30 | 4,15 | 40 | 5,55 | 40

S_2 S_5 S_8

1 2 3

Montaj (1) 2Φ10 L=215
Montaj (2) 2Φ10 L≈265
(3) 2Φ25 L=390; 370
(4) 2Φ20 L=245; 178; 55
(5) Rînd 2 1Φ25 L=850; 205; 67; 350; 67; 93; 55
(6) Rînd 2 1Φ25 L=800; 150; 67; 460; 67; Rînd 2 38
(7) 2Φ16 L=195; 55; 128
(8) 1Φ20 L 745 Rînd 2; 55; 83; 68; 213; 62; Rînd 2 255
(9) 1Φ20 L=705; 55; 10; 28; 75; 314; 68; Rînd 2 200
(10) 2Φ10 L=635
(11) 2Φ16 L=485; 40

Notă. Extrasul de armatură se află pe fig. I. 17

Fig. I.13 a. Desenul de armare al unei grinzi.

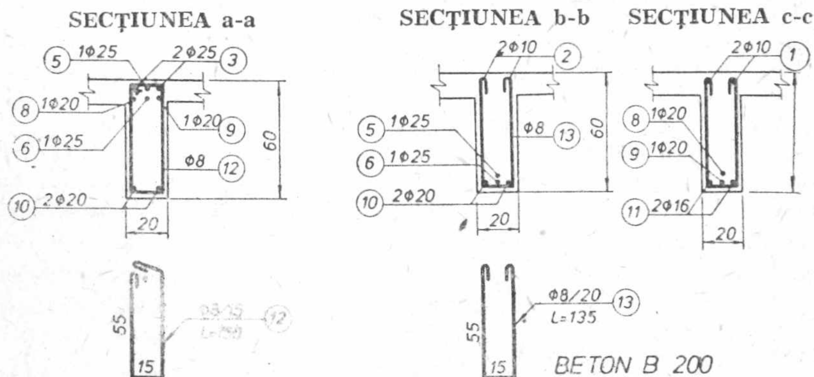


Fig. I.13 b. Secțiuni prin grinzi.

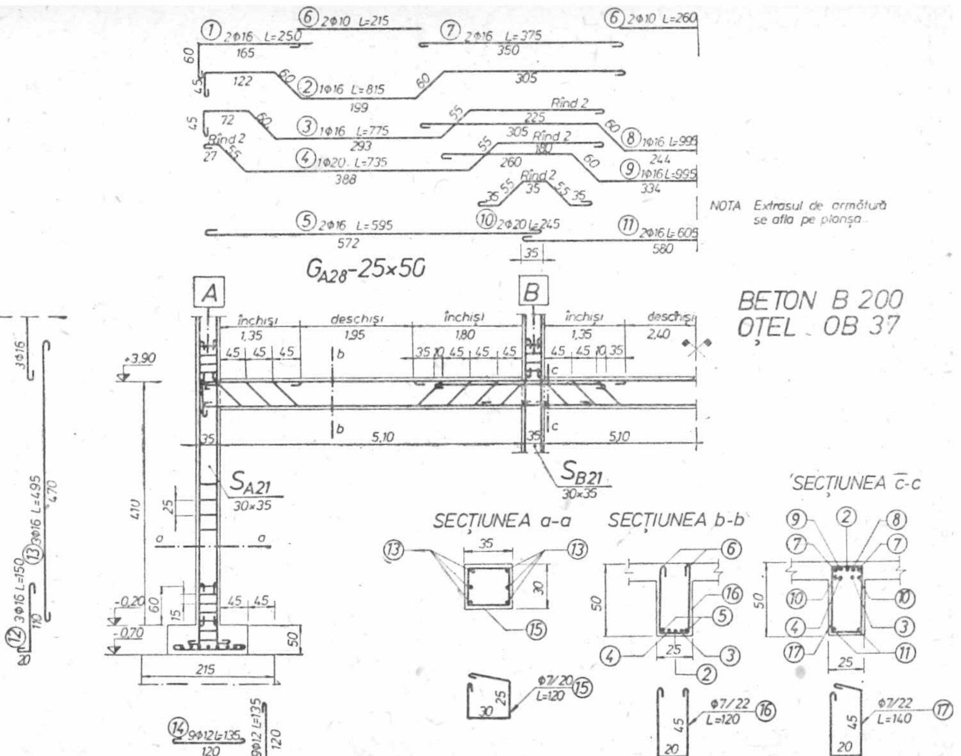


Fig. I.14. Armare cadre — axele 21×B.

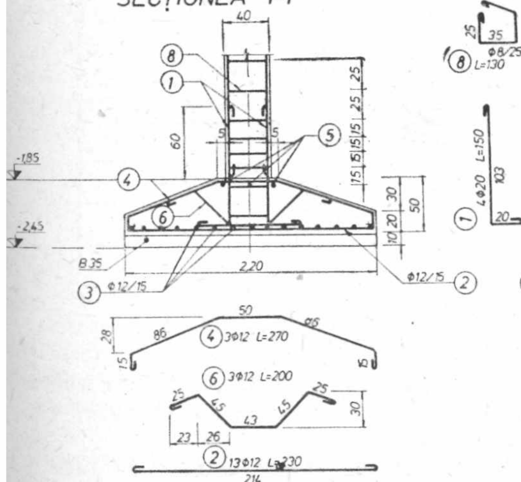
Notarea stîlpilor / buc. — Nivelul	S_1, S_2, S_3, S_4, S_6 buc. 5	S_5 buc. 1
ETAJ II	(4) 2Φ16; (3) 2Φ16; 30 × 30; etrier 25 × 25; (5) Φ6/25 L=110	(3) 2Φ16; (3) 2Φ16; 30; 5, 30, 5; 40; etrier 25 × 25; (5) Φ6/25 L=110
ETAJ I	(1) 4Φ20; 30 × 30; etrier 25 × 25; (5) Φ6/25 L=110	(2) 4Φ20; 30 × 40; etrier 25 × 35; (6) Φ6/25 L=130
PARTER	(1) 4Φ20; 30 × 30; etrier 25 × 25; (5) 6Φ25 L=110	(1) 4Φ20; 30 × 40; etrier 25 × 35; (6) Φ6/25 L=130

Fig. I.15 a. Armarea stîlpilor.

Element			Nr. barelor asemenea			OȚEL OB37		
						Lungimi, în m, pe diametre pentru barele din toate elementele (5×6)		
Denumirea și bucăți asemenea	Marca	Diametrul	Într-un element	În toate elementele	Lungimea unei bare [m]	Φ6	Φ16	Φ20
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stîlpi 6 buc.	1	20		44	4,10			180,40
	2	20		4	4,10			16,40
	3	16		14	3,65		51,10	
	4	16		10	4,70		47,00	
	5	6		203	1,10	223,30		
	6	6		25	1,30	32,50		
Total lungimi pe diametre m						255,60	98,10	196,80
Masa pe metru kg						0,222	1,578	2,465
Masa pe diametru kg						56,80	154,	485,10
Masa totală pe tipuri de oțel kg						694,70 Kg		

Notă. Pe zona de înnădire a armaturilor longitudinale etrierii se vor monta la distanța de 12,5 cm

Fig. I.15 b. Extras de armătură pentru stîlpi.



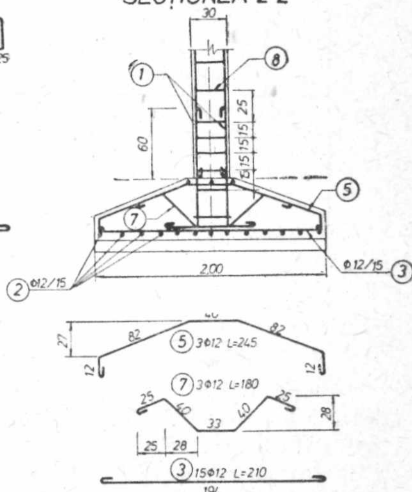


Fig. I.16. Detalii de armare fundații F_2.

Element: Denumirea și bucăți asemenea	Marca	Diametrul	Nr. barelor asemenea: Într-un element	Nr. barelor asemenea: În toate elementele	Lungimea unei bare [m]	OȚEL PC 52 — Lungimi, în m, pe diametre pentru barele din toate elementele (5 × 6): Φ 16	Φ 20	Φ 25	OȚEL OB37: Φ 8	Φ 10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Grinda G_{A2} și G_{B2} 2 buc.	1	10	2	4	2.15					8.60
	2	10	2	4	2.65					10.60
	3	25	2	4	3.90			15.60		
	4	20	2	4	2.45		9.80			
	5	25	1	2	8.50			17.00		
	6	25	1	2	8.00			16.00		
	7	16	2	4	1.95	7.80				
	8	20	1	2	7.45		14.90			
	9	20	1	2	7.05		14.10			
	10	20	2	4	6.35		25.40			
	11	16	1	2	4.85	9.70				
	12	8	42	84	1.50				126.00	
	13	8	23	46	1.35				62.10	
Total lungimi pe diametre					m	17.50	64.20	48.60	188.10	19.20
Masa pe metru					kg	1.580	2.470	3.850	0.395	0.617
Masa pe diametre					kg	28	159	187	74	12
Masa totală pe tipuri de oțel					kg	374 kg			86 kg	

Notă: Detaliile de armare a grinzilor G_{A2} și G_{B2} se află pe fig. I.13

Fig. I.17. Extras de armătură pentru grinzi.

Acoperirea cu beton este marcată pe planșă (v. fig. I.15 a). Fiecare planșă are un extras de armătură prezentat sub formă de tabel (v. fig. I.15 **b** și I.17).

Cînd extrasul este trecut separat de planșa de armare se indică numărul planșei cu extrasul de armătură (v. fig. I.17). Din analiza extrasului se deduce numărul de bare de același tip, lungimile, masa armăturii, pe diametre și calitate de oțel.

4. Desene pentru detalii metalice

Pe desenele de construcţii din beton armat pot apărea detalii metalice desenate: profile metalice, nituri, suduri etc.

Profilele metalice se reprezintă în vedere prin linii de contur ale muchiilor, pe care se trece secţiunea transversală rabătută şi haşurată. Dimensiunile se trec în milimetri.

Pe fiecare profil se notează numărul de bucăţi din secţiune, semnul convenţional (profil dublu T, profil sub formă de U, cornier L etc.), dimensiunile secţiunii transversale, în mm, şi lungimea, în mm (de exemplu: 2 L 100 × 100 × 10 — 6 385, reprezintă două corniere cu laturi egale de 100 mm, grosimea 10 mm şi lungimea de 6 385 mm; calitatea oţelului şi standardul după care se livrează se trece separat.

Pentru ansambluri (fermă, cadru), fiecare piesă are o marcă notată prin litere mari.

Extrasul de material se face similar cu cel de la armături.

La unele piese de mare precizie se trec şi toleranţele de execuţie ale dimensiunilor geometrice. Toleranţele la lungimi se trec în aceeaşi unitate de măsură, cu indicarea sensului abaterii (pozitive sau negative). Înscrierea toleranţelor la lungimi liniare şi unghiuri se face cu respectarea STAS 6265-82. Starea suprafeţelor se indică printr-un semn de radical, pe care se trece gradul de prelucrare conform STAS 612-83.

Modul de îmbinare a pieselor metalice prin sudare, şuruburi şi nituri se face după reguli speciale, trecîndu-se toate dimensiunile geometrice, traseul axelor, distanţele dintre nituri şi şuruburi, tipurile de nituri şi şuruburi etc.

5. Planuri pentru instalaţii

Desenele de instalaţii se reprezintă cu ajutorul semnelor convenţionale specifice şi reprezentări schematice ale conductelor astfel: *conductele de apă* se reprezintă printr-o linie continuă de culoare verde; *conductele de abur* prin linie-punct de culoare roşie; *conductele de aer* prin unul şi două puncte de culoare albastră; *conductele de gaze* prin linii întrerupte galbene. Planul de instalaţii se desenează pe planul simplificat al nivelurilor şi pe secţiunile verticale ale clădirii folosind în plus semne convenţionale pentru îmbinări (mufe, coturi, curbe, teuri, cruci, flanşe, fileturi, ramificaţii, robineţi etc.).

Reprezentarea băilor, chiuvetelor, obiectelor sanitare de diferite utilizări se face prin semne convenționale prevăzute în STAS 185/1...6-73.

Pentru instalații electrice sînt semne convenționale simplificate: tip de conductor, tablou de distribuție, contor, siguranță, prize, întrerupătoare, corpuri de iluminat etc. trecute în norme.

6. Toleranțe în construcții

În planurile de execuție se prevăd cote precise pentru fiecare element de construcție și pentru construcția în ansamblu.

Deoarece nu se poate executa o construcție fără să apară și abateri de la dimensiuni, aceste abateri se limitează la valori prescrise de norme și se numesc *toleranțe*.

Toleranțele se indică pe desenele de execuție prin simboluri conform STAS sau prin valori numerice de la dimensiunile nominale sau de la valorile cotate.

a. **Însemnarea toleranțelor prin abateri limită.** Indicarea prin abateri limită trecute obișnuit în norme se face în aceeași unitate de măsură cu indicarea sensului abaterii pozitivă sau negativă, înscriindu-se valoarea în urma cotei. De regulă abaterea negativă, sau inferioară se înscrie în dreptul cotei, iar cea superioară sau pozitivă deasupra abaterii inferioare. Abaterile zero nu se trec. Modul de înscriere a abaterilor de la dimensiunile liniare, unghiuri și ansambluri este trecut în STAS 6265-82. Suma abaterilor dă toleranța.

b. **Însemnarea prin simboluri sau semne convenționale.** Pentru piesele metalice de mare precizie se trec simboluri de prelucrare, care se pun după cifra de cotă.

Simbolul folosit conform STAS 612-83 este un semn de radical.

Rugozitatea suprafeței se indică prin înscrierea valorii admise în microni (μm).

Deoarece în construcții sînt multe elemente spațiale și plane prefabricate asamblate pe șantier este necesar să se măsoare și alte tipuri de toleranțe, conform STAS 7009-79, unde sînt definite toate noțiunile și tipurile de toleranțe.

Pentru execuția construcțiilor este necesar să se cunoască tipurile de toleranțe, și anume:

1) *Toleranțele dimensionale* pe planuri și înscrierea conform indicațiilor. La execuție se verifică *dimensiunea efectivă* executată găsită prin măsurare care trebuie să fie între limitele admisibile trecute în proiect.

2) *Toleranțele de ajustaj* sînt cele admise la asamblarea a două elemente destinate a fi îmbinate (asamblate) unul în altul. În această categorie intră acoperirile cu beton ale armăturii, poziționarea lor în cofraj, îmbinarea prefabricatelor, îmbinările elementelor metalice etc.

3) *Toleranțele de formă* : toleranța de exactitate a unui profil, exactitatea unei suprafețe (grosimea și geometria), rectilinitatea, planeitatea (distanța dintre două planuri paralele în care este cuprinsă suprafața considerată), paralelismul, înclinarea, perpendicularitatea etc.).

4) *Toleranțele de poziție* : poziția unui punct, linie, coaxialitate, simetrie, alinieri, poziția a două suprafețe (poziția marginilor cofrajului, rîndurilor de armături etc.).

5) *Toleranțele de asamblare* care cuprind distanțele dintre elemente (rosturi), axele de poziții etc.

Capitolul II

NOŢIUNI ELEMENTARE AJUTĂTOARE DE MATEMATICĂ, MECANICĂ, REZISTENŢA MATERIALELOR ŞI ÎNCERCĂRI ALE MATERIALELOR

A. NOŢIUNI DE MATEMATICĂ ELEMENTARĂ

În construcţii ca şi în alte ramuri ale tehnicii s-au standardizat noţiunile şi notaţiile folosite pentru ca toţi tehnicienii şi muncitorii să folosească acelaşi limbaj.

În continuare se vor da cîteva din noţiunile mai curent folosite, definite conform standardelor de terminologie.

1. Noţiuni de arii şi volume

Aceste noţiuni sînt definite în STAS 4908-79 astfel:

Aria construcţiilor A_c este suprafaţa secţiunii transversale a clădirii delimitată de conturul exterior, măsurată deasupra soclului.

Aria catului (nivelului) A_n se măsoară la nivelul ferestrelor sau la 1 m de la pardosea cuprinzînd balcoanele, logiile, porticele de circulaţie, coridoarele exterioare, scările de acces între caturi etc.

Aria de locuit A_{loc} este suma suprafeţelor secţiunilor orizontale ale tuturor încăperilor care servesc pentru locuit sau care sînt prevăzute pentru această destinaţie (ea nu se confundă cu aria locativă), măsurată între feţele interioare ale zidurilor.

Aria desfășurată A_d este suma ariilor tuturor caturilor.

Volumul catului V_c este volumul obținut prin produsul dintre aria catului A_c (din care se scad balcoanele și ariile deschise) și înălțimea măsurată între fața superioară a pardoselii și fața interioară a tavanului.

2. **Unități de măsură uzuale folosite în construcții conform standardelor** (tabelele II.1, II.2, II.3 și II.4)

Tabelul II.1. **Unități de măsură**

Nr. crt.	Mărimea	Unitatea și simbolul	Simbolul multiplilor și submultiplilor	Unități tolerate care pot fi folosite	Observații
0	1	2	3	4	5
1	Lungime l	Metru [m]	km (kilometru) dm (decimetru) cm (centimetru) mm (milimetru) μm (micrometru)		
2	Arie A sau S	Metru pătrat [m^2]	km^2 dm^2 cm^2 mm^2	Hectar [ha] $= 10^4$ m^2 Ar [a] $= 10^2$ m^2	
3	Volum V	Metru cub [m^3]	dm^3 cm^3 mm^3	Hectolitru [hl] Litru [l] Centilitru [cl] Mililitru [ml]	
4	Unghi plan	Radian [rad]	Unghi drept grad sexagesimal (...°) Grad centesimal (...^{c})—		
5	Viteză v	Metru pe secundă [m/s]	km/s		
6	Masă m	Kilogram [kg]	Mg (megagram) g (gram) mg (miligram)	Tonă [t] $= 10^3$ kg	M este factor de multiplicare egal cu 1 000 000 $= 10^6$

Tabelul II.1 (continuare)

0	1	2	3	4	5
7	Densitate (masă volumică) δ	Kilogram pe metru cub [kg/m^3]	Mg/m^3 kg/dm^3 g/cm^3	Tonă pe metru cub [t/m^3] Kilogram pe litru [kg/l] Gram pe mililitru [g/ml]	
8	Forță F Efort	Newton [N]	MN (meganewton) kN (kilonewton)	Tonă forță [tf] 1 tf = 9 806,5 N 1 tf = 9,8065 kN	
9	Efort unitar	— Newton pe metru pătrat) [N/m^2]	N/mm^2 N/cm^2 kN/m^2	1 kgf/cm^2 = 9,8 N/cm^2 1 kgf/m^2 = 9,8 N/m^2	
10	Presiune p	Bar	bar	1 bar = 1 kgf/cm^2	

Tabelul II.2. **Ordinul de mărime exprimat prin prefixe**

M (mega) = 10^6	da (deca) = 10^1	m (mili) = 10^{-3}
k (kilo) = 10^3	d (deci) = 10^{-1}	μ (micro) = 10^{-6}
h (hecto) = 10^2	c (centi) = 10^{-2}	n (nano) = 10^{-9}

Tabelul II.3. **Semne matematice**

$+$ plus (se adună cu)	$>$ mai mare decît
$-$ minus (mai puțin cu)	∞ infinit
$\times$ înmulțit cu	$\lvert\ \rvert$ valoare absolută
$:$ împărțit cu	Σ suma de
$=$ egal cu	$\parallel$ paralel
$\neq$ diferit de	$\perp$ perpendicular pe
$\equiv$ identic egal cu	$\sim$ asemenea cu
$<$ mai mic decît	$\approx$ aproximativ, egal cu
$\leqslant$ mai mic sau egal cu	$\overline{AB}$ segment de dreaptă AB
	$\overset{\frown}{AB}$ arc de cerc AB

Tabelul II.4. **Litere grecești utilizate**

Α, α alfa	Ε, ε epsilon	Ι, ι iota	Π, π pi
Β, β beta	Ζ, ζ zeta	Κ, κ kappa	Ρ, ρ ro
L, γ, gamma	Η, η eta	V, λ, lambda	Σ, σ sigma
Δ, δ delta	Θ, θ teta	Μ, μ miu	Φ, φ fi
		Ν, ν niu	Ω, ω omega

3. Numere și calcule tehnice

În tehnică, pentru calcule se folosesc numere, simboluri și expresii algebrice. Numerele se reprezintă prin cifre și litere

Numerele pot fi:

1) *Numere întregi naturale pozitive* (1 ; 2 ; 3 ; $+a$; $+b$) sau *negative* (-1 ; -2 ; -3 ; $-a$; $-b$).

2) *Fracții ordinare* (1/2 ; 3/8).

3) *Fracții zecimale* (0,5 ; 0,25 ; 0,0625).

4) *Număr mixt*, care este o sumă a unui număr întreg cu o fracție ordinară $\left(3\frac{13}{15} = 3 + \frac{13}{15} = \frac{58}{15}\right)$.

5) *Numere reale* (4 ; a^2 ; b) și *numere iraționale* care nu pot fi reprezentate printr-o fracție ordinară sau zecimală, se exprimă prin radicale ($\sqrt{5}$; $\sqrt{7}$).

6) *Numere imaginare* ($\sqrt{-3}$; $\sqrt{-5}$).

7) *Numere transcendente*, numere care nu pot fi găsite prin operații aritmetice sau algebrice, ci prin folosirea unor funcții speciale, trigonometrice, logaritmi (sin 45° ; log 4).

8) *Numere constante*, care au o valoare determinată ($a = 4$; $b = 5$) sau numere variabile (x, y, z) care pot lua diferite valori după condițiile ce li se impun.

Exactitatea sau *precizia* unor dimensiuni executate se verifică prin măsurări care se admit să aibă un anumit grad de precizie. Valorile exprimate cifric au gradul de precizie indicat de rotunjirile ultimei cifre semnificative a numărului (a treia sau a patra cifră). Precizia se poate exprima prin procente (1—2%) sau în valori absolute. Calculul se verifică de obicei prin evaluări globale, simple, pentru a se evita repetarea greșelilor. Rezultatele calculelor și măsurărilor tehnice se trec ori de cîte ori este posibil în tabele.

Este foarte util pentru calcule rapide cunoașterea pătratelor numerelor întregi pînă la 20 și a valorii următoarelor fracții ordinare:

$$\frac{1}{2} = 0{,}5\ ; \quad \frac{1}{20} = 0{,}05\ ; \quad \frac{1}{4} = 0{,}25\ ; \quad \frac{1}{40} = 0{,}025\ ; \quad \frac{1}{400} = 0{,}0025\ ;$$

$$\frac{3}{4} = 0{,}75\ ; \quad \frac{1}{8} = 0{,}125\ ; \quad \frac{1}{80} = 0{,}0125\ ; \quad \frac{5}{8} = 0{,}625\ ; \quad \frac{1}{16} = 0{,}0625\ ;$$

$$\frac{1}{32} = 0{,}03125\ ; \quad \frac{1}{5} = 0{,}2\ ; \quad \frac{1}{25} = 0{,}04\ ; \quad \frac{1}{50} = 0{,}02\ ; \quad \frac{1}{125} = 0{,}008.$$

4. Operații aritmetice și algebrice

Monomul este o expresie algebrică, în care literele sînt legate între ele prin semnul înmulțirii, împărțirii, ridicării la putere sau extragerii rădăcinii (poate fi și o singură literă). Astfel :

$$5\,a;\quad ab;\quad \frac{3}{4}a^2b;\quad 5\,a\sqrt{x}.$$

Binomul este o expresie algebrică formată din două monoame, legate între ele prin semnul + sau —. Astfel :

$$a + b;\quad a^2 - b^2;\quad \frac{3}{5}ax + b.$$

Polinomul este o expresie algebrică formată dintr-o sumă de monoame (poate fi binom, trinom etc.). Astfel :

$$3\,ab - 2\,a^2 + b - 7.$$

O expresie algebrică poate fi rațională (dacă nu cuprinde radicali) care la rîndul ei poate fi *întreagă*, dacă nu cuprinde litere ce pot lua valori variabile la numitor, și poate fi *fracționară*, cînd cuprinde litere și la numitor. Astfel :

$$4a^2 + \frac{1}{a} - \frac{2}{b}.$$

Expresiile algebrice care cuprind radicali sînt denumite *iraționale*. Astfel :

$$\sqrt{a} + a + b.$$

Operațiile elementare cu numere, fracții și expresii algebrice sînt : adunarea, scăderea, înmulțirea, împărțirea, ridicarea la putere, extragerea de rădăcină de un ordin oarecare.

a. **Adunarea și scăderea (însumarea algebrică).** Pentru două numere (cifre sau litere) care au același semn operația se face prin însumarea valorilor absolute atribuindu-li-se semnul numerelor care s-au însumat. Astfel :

$$+7a + 5a = +12a \text{ sau } -35 - 75 = -110.$$

Dacă numerele au semne diferite (+ și —) se adună numerele de același semn și suma care are în valoare absolută valoare mai mică se scade din cea mai mare și se atribuie semnul valorii mai mari.
Astfel :

$$+7a - 5a = +2a \text{ sau } -35 + 75 = +40.$$

Acest mod de însumare se numește *însumare algebrică*. Însumarea monoamelor și polinoamelor se face după regulile însumării algebrice Astfel:

$$(5a + 3b) + (2a - 2b) = 7a + b.$$

b. **Înmulțirea.** La înmulțire trebuie respectate următoarele reguli:

1) *Dacă avem de înmulțit o cifră sau un monom cu un polinom* se *înmulțește monomul cu fiecare din monoamele ce alcătuiesc polinomul și apoi se face suma algebrică.*

2) *Dacă avem de înmulțit un polinom cu alt polinom, primul polinom se numește înmulțitor, iar al doilea este numit deînmulțit.* La înmulțire se înmulțește fiecare monom înmulțitor pe rînd cu fiecare din monoamele deînmulțitului și se face însumarea algebrică a produselor obținute. Astfel:

— monom înmulțit cu polinom:

$$a(a + b - c) = a^2 + ab - ac \text{ sau } 3(+20 + 15 - 5) =$$

$$= +60 + 45 - 15 = +90.$$

— polinoame înmulțite între ele:

$$(a - b)(a + b) = a^2 + ab - ab - b^2 = a^2 - b^2.$$

Cifrele cu semnul + se pot scrie și fără semn în față.

La înmulțire și împărțire se ține seama de următoarea *regulă a semnelor* (semnul + cu + dă semnul +, semnul − cu − dă semnul + iar semnul + cu − dă semnul −). Astfel:

$$(-9)\cdot(-3) = +27\ ;\ 9 \times (-3) = -27\ ;\ 9 \times 3 = 27.$$

Înmulțirea monoamelor de aceeași bază care au puteri diferite sau au aceeași putere se face prin adunarea exponenților:

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n}.$$

c. **Împărțirea unui polinom cu un monom.** Această operație se face prin împărțirea fiecărui termen al polinomului prin acel monom și apoi se face însumarea algebrică al rezultatelor. Se recomandă ca polinomul de la deîmpărțit să fie ordonat după puterile descrescătoare ale fiecărei litere. Astfel:

$$4ab^2 + 6b - 2ab : 2a = 2b^2 - \frac{3b}{a} - b.$$

Împărţirea cu alt polinom se face după regulile împărţirii. **Astfel:**

$$
\begin{array}{l}
(a^2 + 2ab + b^2) : (a + b) = a + b \\
\underline{-a^2 - ab} \\
\quad + ab + b^2 \\
\quad \underline{- ab - b^2} \\
\quad\quad / \quad /
\end{array}
$$

Dacă împărţirea are rest se trece şi restul.

Aplicîndu-se regulile de mai înainte este bine să se cunoască următoarele formule:

$$(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2;$$

$$(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3;$$

$$(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2ac + 2bc.$$

Împărţirea monoamelor de aceeaşi bază care au puteri diferite sau aceeaşi putere se face prin scăderea exponenţilor $a^m : a^n = a^{m-n}$. Se va ţine seama că un număr la puterea zero este egal cu 1 ($a^m : a^m = a^0 = 1$.

La înmulţirea şi împărţirea monoamelor şi polinoamelor, expresiile din paranteze la operaţiile de înmulţire şi împărţire se pot simplifica dacă fiecare monom sau termen din paranteză se poate înmulţi sau împărţi cu acelaşi număr. Astfel:

$$(3a + 6b) : (12a + 9b) = 3\,(a + 2b) : 3(4a + 3b) =$$

$$= (a + 2b) : (4a + 3b).$$

d. **Puterea şi rădăcina unui monom.** Puterea unui monom se obţine prin înmulţirea exponenţilor: $(a^m)^n = a^{mn}$, iar rădăcina de ordinul n dintr-un monom la o putere oarecare m se obţine prin împărţirea puterii monomului la ordinul radicalului:

$$\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}; \left(\sqrt[n]{A}\right)^m = A.$$

La efectuarea operaţiilor se va ţine seama că puterea sau radicalul de orice ordin dintr-un număr pozitiv va fi un număr pozitiv. Puterea de ordin par (cu soţ) al unui număr negativ va fi un număr pozitiv, iar puterea de ordin impar (fără soţ) a unui număr negativ va fi un număr negativ. Astfel:

$$(-5)^2 = 25; (-3)^3 = -27.$$

Rădăcina de ordin par dintr-un număr negativ dă un număr numit imaginar cu care se operează cu reguli speciale.

Expresii uzuale cu radicali și puteri:

$$\sqrt[m]{AB} = \sqrt[m]{A}\cdot\sqrt[m]{B}; \sqrt[m]{\frac{A}{B}} = \frac{\sqrt[m]{A}}{\sqrt[m]{B}}; \quad (\sqrt[m]{A^n})^p = A^{\frac{np}{m}}.$$

Pentru simplificarea operațiilor cu puteri se pot folosi relațiile:

$$a^n b^n = (ab)^n;\ (33)^2 = (3\cdot 11)^2 = 3^2\cdot 11^2 = 9\cdot 121 = 1\,089;$$

$$a^n = a^{n_1}a^{n_2}, \text{ unde } n_1 + n_2 = n;\ 4^5 = 4^2\cdot 4^3 = 16\cdot 64 = 1\,024.$$

Pentru simplificarea operațiilor cu radicali se pot folosi relațiile:

$$\sqrt[n]{a} = \sqrt[r]{\sqrt[p]{a}} \text{ dacă } n = rp;\ \sqrt[4]{100} = \sqrt[2]{\sqrt[2]{100}} = \sqrt[2]{10} = 3{,}1623.$$

La operațiile cu puteri se vor respecta următoarele reguli:

1) *Expresiile cu puteri se pot aduna sau scădea dacă au aceeași bază și același exponent:*

$$3^2 + 4\times 3^2 = (1+4)\times 3^2 = 5\times 3^2.$$

2) *Înmulțirea și împărțirea a două sau mai multor monoame cu puteri, avînd aceeași bază, se face scriind baza și adunînd, respectiv scăzînd exponenții:*

$$4^3\cdot 4^2 = 4^5;\ 6^4 : 6^2 = 6^2.$$

3) *Dacă la un raport între două puteri de aceeași bază, exponentul numărului de la numărător este mai mare decît al aceluia de la numitor rezultă o putere negativă:*

$$a^3 : a^5 = a^{3-5} = a^{-2} = 1 : a^2 \text{ sau în general } a^{-n} = 1 : a^n.$$

4) *Puterea unei puteri se obține scriind baza ridicată la o putere egală cu produsul exponenților:*

$$(5^2)^3 = 5^{2\cdot 3} = 5^6$$

5) *Puterea unei fracții se obține prin ridicarea la acea putere, atît a numărătorului, cît și a numitorului:*

$$\left(\frac{5}{3}\right)^2 = \frac{5^2}{3^2} = \frac{25}{9}.$$

6) *Un radical poate fi întotdeauna scris sub forma unei puteri fracționare și apoi se pot aplica toate regulile de la puteri.*

5. Operații cu fracții

Fracțiile sînt de două feluri: *fracții ordinare* care arată operația de împărțire între două numere cunoscute sau între două simboluri, exprimată sub formă de fracție (de exemplu $\frac{a}{b}$ sau $\frac{8}{3}$ și *fracții zecimale* exprimate prin cifre întregi urmate de valori ce reprezintă zecimi, sutimi sau miimi din întreg (de exemplu 3,247).

La fracțiile ordinare deîmpărțitul se numește numărător, iar împărțitorul, numitor.

La operațiile cu fracții ordinare trebuie să se respecte următoarele reguli:

1) *Adunarea și scăderea fracțiilor ordinare:*

La fracțiile cu același numitor adunarea și scăderea lor se face prin adunarea și scăderea numărătorului:

$$-\frac{8}{3}+\frac{5}{3}-\frac{2}{3}=\frac{-8+5-2}{3}=\frac{-5}{3};\ \frac{a-b}{f}-\frac{c}{f}+\frac{d}{f}=$$

$$=\frac{a+d-b-c}{f}.$$

Fracțiile care nu au același numitor se adună sau se scad după ce se aduc la același numitor comun:

$$\frac{7}{2}+\frac{5}{3}=\frac{7\times 3}{2\times 3}+\frac{5\times 2}{2\times 3}=\frac{21+10}{6}=$$

$$=\frac{31}{6};\ \frac{a}{c}-\frac{b}{d}=\frac{ad-bc}{cd}.$$

2) *Înmulțirea și împărțirea fracțiilor ordinare:*

Valoarea unei fracții rămîne aceeași dacă atît numărătorul, cît și numitorul se înmulțește sau se împarte prin același număr:

$$\frac{9}{3}=\frac{9\times 3}{3\times 3}=\frac{27}{9}=3.$$

Două fracții se înmulțesc între ele înmulțind numărătorii și numitorii între ei:

$$\frac{15}{6}\times\frac{7}{2}=\frac{15\times 7}{6\times 2}=\frac{105}{12}.$$

Două fracții se împart între ele înmulțind fracția deîmpărțită cu fracția împărțitoare răsturnată :

$$\frac{15}{4} : \frac{7}{3} = \frac{15}{4} \times \frac{3}{7} = \frac{45}{28}.$$

3) *Valoarea reciprocă a unei fracții* se obține prin răsturnarea fracției. Fracția $\frac{3}{5}$ are valoarea reciprocă $\frac{5}{3}$.

Fracțiile ordinare se pot transforma în fracții zecimale prin efectuarea împărțirii. Ca exemplu se pot lua valorile date la punctul 3 $\left(\frac{1}{2} = 0{,}5 \text{ etc.}\right)$.

Un număr cu mai multe zecimale (numere întregi după virgulă) se rotunjesc prin păstrarea primelor 3 cifre după virgulă prin mărirea sau menținerea cifrei a 3-a :

$$4{,}39673 \approx 4{,}397 \; ; \; 3{,}56442 \approx 3{,}564.$$

6. Media aritmetică

Pentru a afla media mai multor măsurări sau încercări succesive ale aceleiași mărimi (diametrul barelor de oțel-beton sau rezistența lor la rupere etc.) se însumează valorile fiecărei măsurări și se împarte la numărul măsurărilor. Astfel : diametrul real al barelor de oțel-beton de 25 mm a rezultat din 4 măsurări (24,8 ; 25,2 ; 25,1 ; 24,7 mm). Media măsurărilor este :

$$M = \frac{24{,}8 + 25{,}2 + 25{,}1 + 24{,}9}{4} = \frac{100}{4} = 25 \text{ mm}.$$

Media se poate face prin întregirea numerelor și efectuarea mediei diferențelor rămase. Astfel :

$$24{,}8 = 25 - 0{,}2 \; ; \; 25{,}2 = 25 + 0{,}2 \; ; \; 25{,}1 = 25 + 0{,}1 \text{ și}$$

$$24{,}9 = 25 - 0{,}1, \text{ atunci :}$$

$$M = 25 + \frac{-0{,}2 + 0{,}2 + 0{,}1 - 0{,}1}{4} = 25 + \frac{0}{4} = 25.$$

7. Proporția și regula de trei simplă

Proporția este o egalitate a două rapoarte.

Forma generală a unei proporții este: $a : b = c : d$ sau $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ în care a și d se numesc termeni *„extremi"*, iar b și c termeni interiori sau *„mezi"*.

În orice proporție produsul mezilor este egal cu al extremilor $ad = bc$ *și ca urmare se pot schimba extremii între ei și mezii între ei, egalitatea proporției menținîndu-se.*

Egalitatea proporției se menține dacă la fiecare numărător se adună sau se scade numitorul respectiv sau dacă la numitor se adună sau se scade numărătorul respectiv. Astfel:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}; \ \frac{a \pm b}{b} = \frac{c \pm d}{d}; \ \frac{a}{b} = \frac{c}{d}; \ \frac{a}{b \pm a} = \frac{c}{d \pm c}.$$

Regulile proporțiilor se aplică la regula de trei simplă care constă din determinarea unei necunoscute cînd se cunosc trei mărimi care împreună cu necunoscuta se află într-o anumită proporție, adică două cîte două din mărimi sînt în aceeași proporție (sau raport).

Astfel, dacă se știe că în 3 ore se pot fasona 73 bare din PC ∅ 25 mm se poate afla în cît timp se pot fasona 153 de bare:

73 bare . . . . 3 h
153 bare x

$$\frac{73}{153} = \frac{3}{x}; \ x = \frac{153 \times 3}{73} \text{h}.$$

8. Calculul procentelor

Prin procent se exprimă o anumită parte a unei mărimi luată ca întreg prin număr de sutimi. De obicei prin procente se exprimă depășirile sau nerealizările unei anumite mărimi.

Exprimarea procentuală poate fi făcută prin rapoarte (3/100), zecimală (0,03) sau convențională 3%; care înseamnă un procent de 3 la sută, valoarea 3 se notează cu p.

Dacă mărimea de bază pentru care se calculează procentul p se notează C, se poate calcula valoarea depășirii procentuale D prin relația:

$$D = p\frac{C}{100} \text{ sau } p = \frac{100\,D}{C}.$$

De exemplu: o bară supusă la tracțiune pe porțiunea calibrată are lungimea măsurată înainte de încercare $l_0 = 110$ mm, iar după rupere, între aceleași repere s-a măsurat $l_u = 132$ mm.

Alungirea $\Delta l = l_u - l_0 = 132 - 110 = 22$ mm.

Alungirea procentuală raportată la lungimea inițială l_0 va fi:

$$A = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 = \frac{22 \times 100}{110} = 20\%.$$

În această relație s-a aplicat de fapt formula:

$$p = \frac{D \times 100}{C} \text{ unde } D = \Delta l \text{ și } C = l_0.$$

9. Folosirea tabelelor numerice în calcule tehnice

Pentru ușurarea calculelor tehnice pe șantier se pot folosi memoratoare tehnice în care sînt date de regulă pentru numerele curente de la 1 la 1 000 valoarea pătratului, rădăcina pătrată, suprafața cercului cu diametru dat, funcții trigonometrice, logaritmi etc.

Pentru a găsi valorile căutate ale unor numere fracționare trebuie respectate următoarele reguli:

1) *Citirea pătratului* unui număr fracționar la care la bază s-a mutat virgula cu o unitate, la valoarea pătratului se mută cu două, astfel pătratul numărului $n = 55$ este 3 025, iar pătratul numărului 5,5 este 30,25. De asemenea, suprafața secțiunii unui cerc cu diametrul de 55 este de 2 375,83 iar suprafața secțiunii unui oțel-beton cu diametrul măsurat de 5,5 mm va fi de 23,76 mm² (după rotunjiri).

2) *Citirea radicalului*: se ține seama că mutarea virgulei la numărul din care se extrage radicalul (de sub radical) cu două unități corespunde cu mutarea ei cu o unitate la numărul căutat. De exemplu:

$$\sqrt{1\,150} = 33{,}91\,; \quad \sqrt{11{,}50} = 3{,}391.$$

Interpolarea valorilor intermediare care nu sînt întabulate se face prin aplicarea regulei de trei simplă la aflarea diferenţelor de creştere, ceea ce presupune o creştere proporţională sau liniară a funcţiei căutate faţă de variabila luată în consideraţie.

10. Ecuaţii algebrice

În relaţiile algebrice se folosesc două feluri de egalităţi :

1) *Identităţile sînt egalităţi care sînt adevărate oricare ar fi valorile ce se dau literelor care figurează în ele.* Astfel :

$$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2\ ;\ a^2 - 2ab + b^2 = (a - b)^2 \text{ etc.}$$

2) *Egalităţile sînt adevărate numai pentru anumite valori ce am da literelor care figurează în ele.* Astfel :

Egalitatea $x - 5 = 0$ este o ecuaţie adevărată numai pentru $x = 5$.

Egalitatea $a^2 - 5a + 6 = 0$ este o ecuaţie adevărată numai cînd înlocuim pe a cu valoarea 2 sau valoarea 3.

Rezolvarea ecuaţiilor (rădăcini, verificare) se reduce la găsirea valorilor pentru litere care o transformă într-o egalitate. Valorile speciale ale literelor găsite se numesc rădăcini sau soluţiile ecuaţiei. Operaţia de înlocuire a literelor cu valorile găsite se numeşte verificare.

De exemplu, ecuaţia $a^2 = 3a - 2$ care are rădăcinile $a = 1$ şi $a = 2$ se verifică pentru aceste valori : $1^2 = 3 \cdot 1 - 2$ sau $2^2 = 3 \cdot 2 - 2$, dar nu se verifică pentru o altă valoare care nu este rădăcină, de exemplu $a = 3$; într-adevăr $3^2 = 3 \cdot 3 - 2$ (nu este o egalitate).

Ecuaţii de gradul I cu o necunoscută. Ecuaţia de gradul I are necunoscuta x la puterea întîi. Forma generală a ecuaţiei este :

$$ax + b = 0.$$

Rădăcina sau *soluţia* ecuaţiei este :

$$x = -\frac{b}{a}.$$

Dacă $b = 0$, $a \neq 0$; rădăcina este $x = 0$.

Dacă $b \neq 0$, $a = 0$; rădăcina este $x = \infty$ (infinit).

Dacă $b = 0$, $a = 0$; rădăcina este nedeterminată

$$x = \frac{0}{0}$$

și ecuația devine:

$$0 \cdot x + 0 = 0,$$

adică ecuația este verificată de orice valoare finită a lui x. De exemplu, ecuația $3x = 4$ are rădăcina $x = 4/3$.

Ecuații de gradul II cu o necunoscută. O ecuație de gradul II este o ecuație la care după ce s-au trecut toți membrii în primul termen, iar al doilea este zero se obține în primul termen un polinom (trinom) unde necunoscuta este în primul monom de gradul II și în al doilea de gradul I.

Forma generală a unei astfel de ecuații este:

$$ax^2 + bx + c = 0.$$

Soluțiile pentru formele incomplete sînt:

Forma $ax^2 + bx = 0$, cu soluțiile $x_1 = 0$; $x_2 = -\frac{b}{a}$.

Forma $ax^2 + c = 0$, cu soluțiile:

$$x_1 = \sqrt{-\frac{c}{a}} \text{ și } x_2 = -\sqrt{-\frac{c}{a}} \text{ dacă } -\frac{c}{a} > 0.$$

Forma $ax^2 = 0$, cu soluțiile $x_1 = 0$ și $x_2 = 0$.

Forma completă:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

cu formulele de rezolvare:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

Cînd b este un număr cu soț, $b = 2b'$, se folosește formula:

$$x_{1,2} = \frac{-b' \pm \sqrt{b'^2 - ac}}{a}.$$

Cînd $b = 2b'$ și $a = 1$ formula devine:

$$x_{1,2} = -b' \pm \sqrt{b'^2 - c}.$$

Realizantul ecuației de gradul II. Rădăcinile ecuației de gradul II conțin radicalul $\sqrt{b^2 - 4ac}$ denumit realizant; are o rădăcină pătrată care trebuie discutată întrucît a, b, c pot avea diferite valori iar realizantul de asemenea poate avea valori pozitive sau negative.

Cazurile întîlnite sînt:

$b^2 - 4ac > 0$, în acest caz se poate extrage radicalul, ecuaţia avînd deci rădăcini reale diferite. Astfel:

$$x^2 - 9x + 8 = 0.$$

Această ecuaţie are rădăcinile:

$$x_{1,2} = \frac{9 \pm \sqrt{9^2 - 4 \times 8}}{2} = \frac{9 \pm \sqrt{81 - 32}}{2} = \frac{9 \pm 7}{2}; \; x_1 = 1; \; x_2 = 8.$$

$b^2 - 4ac = 0$, în acest caz rădăcinile sînt egale:

$$x_1 = x_2 = -\frac{b}{2a}.$$

$b^2 - 4ac < 0$, cantitatea de sub radical este negativă; ecuaţia nu are rădăcini reale.

Şi ecuaţia $x^2 - 9x + 8 = (x - 1)(x - 8) = 0$, deci numai valorile găsite verifică ecuaţia.

11. Reprezentări grafice

În tehnică legătura dintre două mărimi care variază, de exemplu mărimea y ce reprezintă rezistenţa unui material şi mărimea x ce reprezintă alungirea materialului, de care depinde mărimea y, se notează $y = f(x)$ adică mărimea y este funcţie de variabila independentă x. Cazul cel mai simplu este cînd funcţia $f(x)$ este o funcţie de gradul I, de exemplu $y = 3x + 4$.

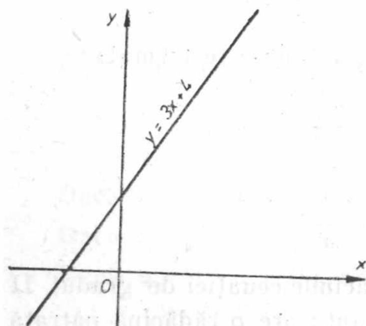


Fig. II.1. Reprezentarea grafică a unei ecuaţii.

Această funcţie arată că pentru valorile succesive ale lui $x = 0; 1; 2; 3; 4$ etc. funcţia are valorile $y = 4; 7; 10; 13; 16$ etc.

Această variaţie se poate reprezenta grafic luînd un sistem de axe rectangulare (care fac un unghi de 90° între ele). Valorile lui x se pun pe axa orizontală, iar valorile lui y pe axa verticală (fig. II. 1).

Reprezentarea grafică a unei funcţii de gradul I este o dreaptă, iar a unei funcţii de gradul II este o curbă a cărei formă este în funcţie de expresia funcţiei.

12. Noțiuni elementare de geometrie și trigonometrie

a. **Figuri geometrice în plan. Perpendiculare și paralele**

1) *Două drepte sînt perpendiculare dacă cele 4 unghiuri formate în punctul lor de întîlnire sînt egale.* Unghiurile astfel formate se numesc unghiuri drepte ; unghiul drept este luat ca unitate de măsură pentru unghiuri.

2) *Două drepte sînt paralele dacă nu se întîlnesc oricît ar fi prelungite.* Două drepte paralele tăiate de o secantă formează unghiuri : alterne interne egale, alterne externe egale, corespondente egale, interne de aceeași parte a secantei, suplimentare și externe de aceeași parte a secantei.

3) *Planul este o suprafață pe care se așază o dreaptă pe toată lungimea ei în orice direcție* (planurile pereților, planșeelor etc.). Intersecția a două planuri se face după o semidreaptă (muchiile clădirilor).

4) *Figuri geometrice plane uzuale* :

Patrulaterul este figura geometrică delimitată de 4 laturi. Suma unghiurilor interioare ale unui patrulater este de 360°.

Dreptunghiul este un patrulater cu laturile opuse paralele și egale ; laturile alăturate formează unghiuri drepte.

Pătratul este un dreptunghi cu toate laturile egale între ele.

Paralelogramul este un patrulater cu laturile opuse paralele, iar cele alăturate formează un unghi diferit de unghiul drept. Suma a două unghiuri alăturate este de 180°.

Rombul este un paralelogram cu laturile egale. Diagonalele rombului sînt perpendiculare între ele.

Trapezul este un patrulater format din două laturi paralele și două neparalele. Dacă unul din unghiurile trapezului este un unghi drept se obține un trapez dreptunghic.

Triunghiul poate fi considerat ca o jumătate dintr-un dreptunghi, pătrat, paralelogram sau romb. Suma unghiurilor interioare într-un triunghi este egală cu 180°. Perpendiculara coborîtă dintr-un vîrf al triunghiului pe latura opusă ei sau pe prelungirea acesteia se numește *înălțimea triunghiului*. Dreapta care unește un vîrf al triunghiului cu mijlocul laturii opuse se numește *mediană*. Dreapta care împarte unghiul interior din vîrful triunghiului în două unghiuri egale se numește *bisectoare*.

Triunghiul dreptunghic este triunghiul care are un unghi drept (90°). Laturile ce mărginesc unghiul drept se numesc catete și se notează cu b și c și latura opusă, ipotenuză notată cu a.

Triunghiul echilateral are toate unghiurile și laturile egale.

Triunghiul isoscel are două laturi și două unghiuri egale.

Triunghiul scalen sau triunghiul oarecare nu are nici o particularitate (unghiurile și laturile sînt diferite).

Egalitatea a două triunghiuri rezultă din egalitatea a trei din elementele lor. Astfel :

Cazul I, cînd au o latură egală cuprinsă între două unghiuri egale.

Cazul II, cînd au două laturi egale și unghiul dintre ele egal.

Cazul III, cînd au toate laturile egale.

Triunghiurile dreptunghice fiind un caz particular al triunghiurilor au două cazuri de egalitate :

Cazul I, cînd au ipotenuza și cîte o catetă egală.

Cazul II, cînd au ipotenuza și cîte un unghi ascuțit egal.

Două triunghiuri sînt asemenea dacă unghiurile sînt egale și laturile corespunzătoare sînt proporționale.

Într-un triunghi dreptunghic între catetele b, c, ipotenuza a, înălțimea h din vîrful unghiului drept și d și e segmentele de ipotenuză determinate de înălțime, respectiv proiecțiile laturilor b și c pe ipotenuză, există următoarele relații :

$a^2 = b^2 + c^2$ (teorema lui Pitagora) ;

$b^2 = a \times d$ (teorema catetelor) ;

$c^2 = a \times e$ (teorema catetelor) ;

$h^2 = d \times e$ (teorema înălțimilor).

Într-un triunghi oarecare există relația :

$a^2 = b^2 + c^2 \pm 2bc \cos \alpha$ (teorema lui Pitagora generalizată).

Suma lungimii laturilor unei figuri geometrice se numește perimetru.

Cercul este o linie curbă închisă ale cărei puncte sînt egal depărtate de un punct fix numit centrul cercului O. Raportul dintre lungimea cercului L și diametrul d dă o valoare notată cu litera grecească π(pi) ;

$\frac{L}{d} = \pi = 3{,}14159$. În practică, se ia valoarea $\pi = 3{,}14$.

Raza cercului se notează cu r și $d = 2r$; rezultă : $L = \pi d = 2\pi r$.

b. **Figuri geometrice în spațiu.** Figurile geometrice uzuale se numesc și poliedre. Pentru exprimarea principalelor caracteristici se vor utiliza notațiile A_b = suprafața bazei ; A_l = suprafața laterală ; A_t = = suprafața totală ; h = înălțimea, d respectiv D, diagonale sau diametre, V = volumul.

Poliedrul este o figură geometrică mărginită pe toate părțile de fețe plane, limitate la intersecțiile lor.

Prisma este un poliedru cu două baze egale și paralele. Suprafețele bazelor pot fi formate din una din figurile plane (triunghi, patrulater, pentagon etc.) ; prisma poate fi dreaptă sau oblică.

Paralelipipedul este o prismă patrulateră ale cărei baze sînt paralelograme. Dacă are muchiile fețelor laterale perpendiculare pe baze se numește paralelipiped drept, iar dacă bazele sînt dreptunghiuri se numește paralelipiped dreptunghic.

Cubul este un paralelipiped cu toate fețele pătrate.

Piramida este un poliedru care are ca bază o figură geometrică oarecare, iar fețele laterale triunghiuri oarecare sau isoscele unite toate în același vîrf.

Tetraedrul este o piramidă cu baza triunghiulară.

Trunchiul de piramidă se obține prin tăierea vîrfului piramidei cu un plan paralel cu baza.

Cilindrul este o prismă cu suprafețele de bază cercuri.

Conul este o piramidă cu suprafața de bază un cerc.

Sfera este un corp geometric care are toate punctele egal depărtate de centrul sferei O.

c. Funcții trigonometrice. Funcțiile trigonometrice se folosesc pentru rezolvarea prin calcul a problemelor geometrice.

Funcțiile trigonometrice sînt definite ca rapoarte dintre catetele b sau/și c și ipotenuza a a unui triunghi dreptunghic ABC cu unghiul drept α în A și cu unghiurile β și γ opuse catetelor b și c (v. fig. II. 2).

Pentru unghiul γ funcțiile curente sînt :

$$\sin\gamma = \frac{\textit{cateta opusă}}{\textit{ipotenuză}} = \frac{c}{a}; \qquad \operatorname{tg}\gamma = \frac{\textit{cateta opusă}}{\textit{cateta adiacentă}} = \frac{c}{b};$$

$$\cos\gamma = \frac{\textit{cateta adiacentă}}{\textit{ipotenuză}} = \frac{b}{a}; \quad \operatorname{cotg}\gamma = \frac{\textit{cateta adiacentă}}{\textit{cateta opusă}} = \frac{b}{c}.$$

În mod similar se determină și pentru unghiul β.

Valori de reținut :

$$\sin 0° = 0; \quad \cos 0° = 1; \quad \operatorname{tg} 0° = 0;$$

$$\sin 30° = \frac{1}{2}; \quad \cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2}; \quad \operatorname{tg} 30° = \frac{1}{\sqrt{3}};$$

$$\sin 45° = \frac{\sqrt{2}}{2}; \quad \cos 45° = \frac{\sqrt{2}}{2}; \quad \operatorname{tg} 45° = 1;$$

$$\sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2}; \quad \cos 60° = \frac{1}{2}; \quad \operatorname{tg} 60° = \sqrt{3};$$

$$\sin 90° = 1; \quad \cos 90° = 0; \quad \operatorname{tg} 90° = \infty.$$

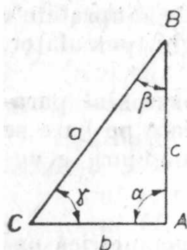


Fig. II.2. Relații între laturi și unghiuri (notații).

Într-un triunghi cu laturile a, b, c și unghiurile α, β, γ (fig. II.2) există relațiile:

$$b = a \sin \beta = a \cos \gamma \; ; \; b = c \operatorname{tg} \beta = c \operatorname{cotg} \gamma.$$

Aceste relații permit rezolvarea triunghiului dreptunghic.

Într-un triunghi oarecare se aplică formula lui Pitagora generalizată:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha \; ; \; b^2 = c^2 + a^2 - 2ac \cos \beta \; ; \; c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma.$$

Dacă $\alpha = 90°$ găsim $a^2 = b^2 + c^2$.

B. ELEMENTE DE MECANICĂ ȘI REZISTENȚA MATERIALELOR

Pentru calculul construcțiilor, inginerii, subinginerii și maiștrii trebuie să aibă cunoștințe temeinice de fizică, mecanică, rezistența materialelor și calculul construcțiilor din diferite materiale, beton armat, metal, lemn, materiale plastice etc.

O construcție trebuie să fie proiectată astfel încît să fie respectate regulile de alcătuire și de calcul ; să fie executată corect în conformitate cu toate reglementările tehnice și legale în vigoare ; să fie folosită corespunzător condițiilor de exploatare ; să se urmărească comportarea în timp a acesteia.

Construcțiile calculate se bazează pe cunoașterea comportării materialelor din care se face construcția, cunoașterea încărcărilor la care este supusă construcția, a modului de comportare a fiecărui element în parte la diferite solicitări, determinîndu-se eforturile și eforturile unitare din secțiunile cele mai solicitate care se compară cu rezistențele materialelor de construcții folosite.

O construcție pentru a fi bună în exploatare trebuie de asemenea să-și păstreze deformațiile elementelor ei în anumite limite, deschiderile fisurilor care apar în elementele din beton armat să nu depășească limitele admise, să se taseze după anumite reguli, să aibă contracția și dilatarea în limitele prevăzute de proiectant.

În continuare se dau cîteva noțiuni necesare de mecanică și rezistență pentru înțelegerea comportării elementelor din beton armat și a forțelor ce se nasc în dispozitivele de ridicare.

1. Noţiuni de mecanică

a. **Forţe şi momente.** Din punct de vedere mecanic forţa este considerată o cauză care modifică starea de echilibru a corpurilor.

Forţele se caracterizează prin mărime, direcţie, sens şi punct de aplicare. În tehnica construcţiilor forţele se măsoară în Newton (N) şi kilonewton (kN) sau kilogram forţă (kgf) sau tone forţă (tf) sau în forţe distribuite pe metru pătrat sau metru liniar*.

Asupra unui corp (în cazul nostru grinzi, planşee) pot acţiona mai multe forţe sau încărcări (în acelaşi plan sau în plane paralele).

Pentru a putea evalua forţele care acţionează trebuie să cunoaştem modul lor de compunere. În principiu se cunosc 3 cazuri: *forţe care acţionează pe aceeaşi direcţie; forţe care acţionează pe direcţii paralele; forţe care sînt concurente.*

În figurile II.3 şi II.4 sînt arătate tipuri de forţe paralele, iar în figura II.5 forţe concurente care acţionează în acelaşi plan.

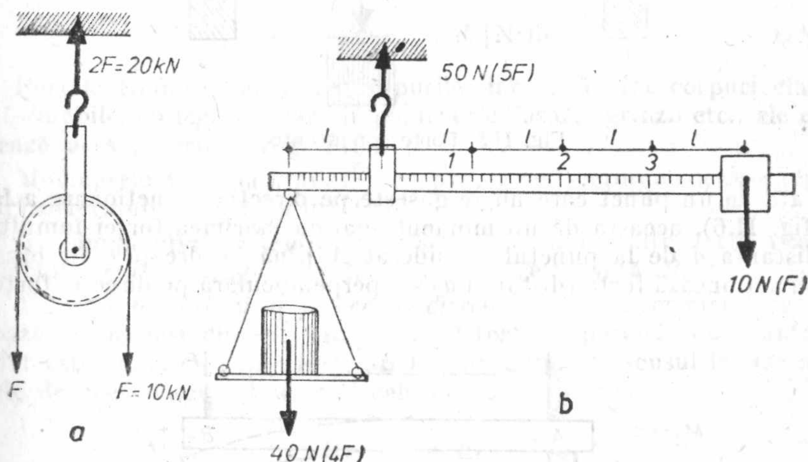


Fig. II.3. Tipuri de forţe paralele:
a — scripete; *b* — balanţă romană (cîntar).

---

* În lucrare s-au utilizat pe lîngă unităţile de măsură ale sistemului internaţional (SI) şi unităţile uzuale folosite în ţara noastră pînă la introducerea sistemului **SI**.

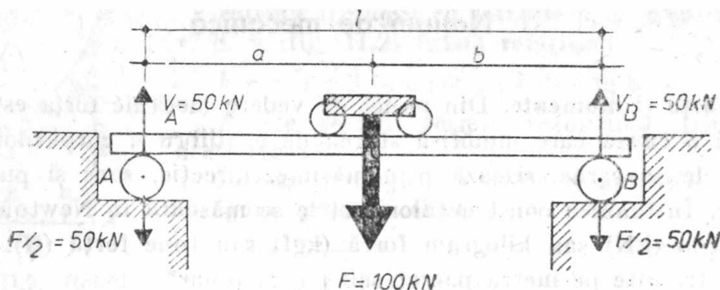


Fig. II.4. Forțe paralele la o grindă.

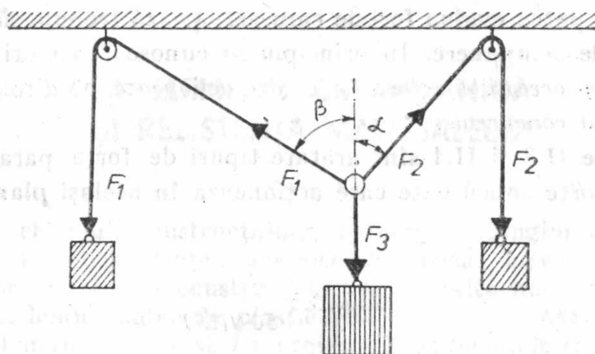


Fig. II.5. Forțe concurente.

Față de un punct care nu se găsește pe direcția de acționare a forței (fig. II.6), aceasta dă un moment egal cu mărimea forței înmulțită cu distanța *d* de la punctul considerat *A* pînă la dreapta în lungul căreia acționează forța (distanța *d* este perpendiculară pe direcția forței).

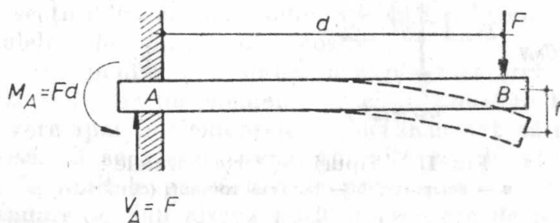


Fig. II.6. Forțe care produc rotiri (momente) și încovoierea grinzii.

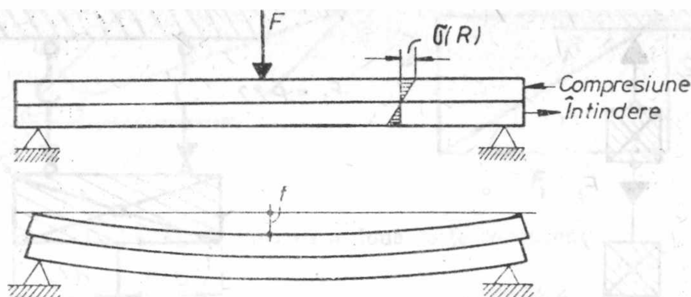


Fig. II.7. Forțe care produc încovoieri și lunecări în grinzi.

Mărimea rezultată se numește moment și se exprimă prin produsul *forță × distanță*, în N·m sau kgf·m, conform formulei:

$$M = F \cdot d \ [\text{N} \cdot \text{m}].$$

Momentul unei forțe față de un punct care s-ar afla pe direcția de acționare a forței este nul deoarece distanța d este nulă.

Două forțe paralele F de sens contrar formează un cuplu al cărui moment este egal cu mărimea forței F și distanța dintre ele d:

$$M = F \cdot d \ [\text{N} \cdot \text{m}].$$

Forțele tind să deplaseze corpurile, iar dacă sînt corpuri elastice, deformabile, cu legături care împiedică deplasarea grinzii etc., ele deformează aceste corpuri (fig. II.7).

Momentele tind să rotească corpurile sau secțiunile acestora la corpuri deformabile cu legături.

b. **Compunerea forțelor.** Un sistem de mai multe forțe poate fi înlocuit printr-o singură forță denumită rezultantă R.

1) *Forțe paralele și de pe aceeași direcție.* În cazul forțelor care acționează pe aceeași direcție sau în cazul forțelor paralele rezultanta forțelor este egală cu suma forțelor, ținînd seama de sensul lor (se adună cele de același sens și se scad cele de sens contrar)

$$R = F_1 + F_2 + F_3.$$

În figura II.8 se indică însumarea a două forțe pe aceeași direcție, iar în figura II.9 însumarea a două forțe paralele.

Poziția rezultantei în cazul forțelor din figura II.9 este evident la mijlocul distan ei d.

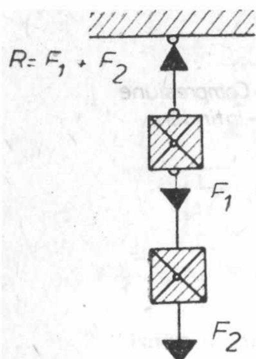


Fig. II.8. Insumarea a două forțe pe aceeași direcție.

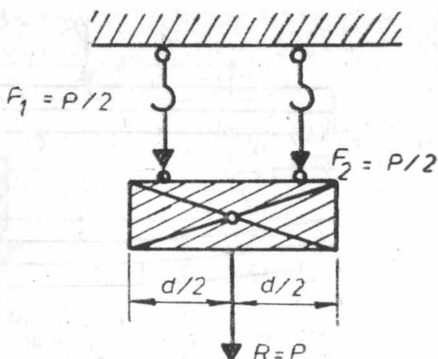


Fig. II.3. Însumarea a două forțe paralele și egale.

În cazul în care forțele sînt diferite ca mărime (fig. II.10) rezultanta este egală cu suma forțelor $R = F_1 + F_2$, dar poziția rezultantei se obține scriind momentul forțelor față de un punct (de exemplu A) și se găsește poziția direcției rezultantei din relația:

$$F_2 \cdot d = R \cdot c \; ; \; c = \frac{F_2 \cdot d}{R} .$$

2) *Forțe concurente.* Mai multe forțe care acționează în același punct se pot determina grafic prin regula paralelogramului, în care forțele concurente sînt laturile adiacente ale paralelogramului pe care s-au reprezentat la scara forțelor, iar mărimea diagonalei (la aceeași scară a forțelor) este valoarea rezultantei. Cînd forțele sînt perpendiculare între ele, paralelogramul se transformă în dreptunghi iar rezultanta este mărimea diagonalei dreptunghiului.

În figura II.11 se arată cele două situații:

$R^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2 \cos\alpha$ (cînd forțele fac între ele unghiul α);

$R^2 = F_1^2 + F_2^2$ (cînd forțele fac între ele un unghi de 90°).

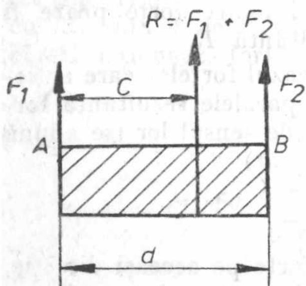


Fig. II.10. Poziția rezultantei a două forțe paralele și neegale.

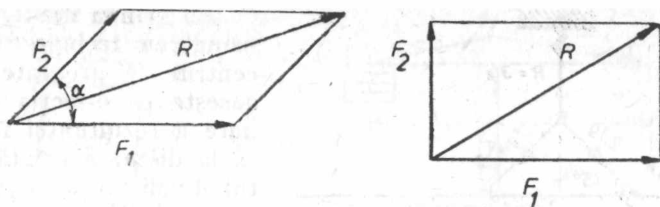


Fig. II.11. Însumarea a două forțe concurente.

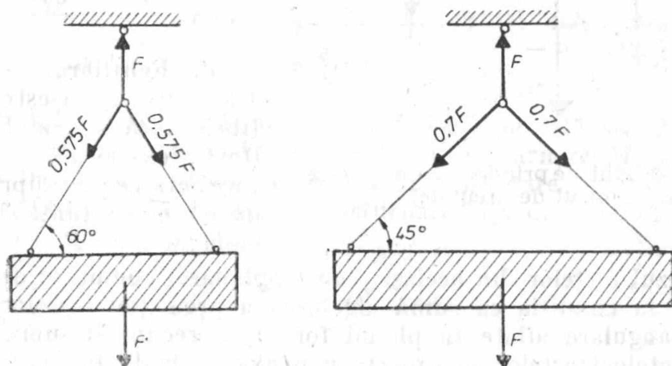


Fig. II.12. Forțe concurente, în cabluri, la ridicarea prefabricatelor.

Exemple de forțe concurente sînt forțele din cablurile de legare la manipularea prefabricatelor din beton armat (fig. II.12).

c. **Centre de greutate.** Centrul de greutate al unui obiect este un punct al obiectului în care se poate considera concentrată toată greutatea acestuia. Greutatea întregului obiect poate fi considerată deci că acționează în acel punct care este punctul de aplicare a rezultantei forțelor de greutate (masice). Prin extinderea noțiunii, și suprafețele au centre de greutate; de aceea corpurile omogene cu forme geometrice precizate și grosimi uniforme au centrul de greutate în punctul de intersecție al axelor de simetrie. La corpurile cu forme complicate plane, acestea se împart în figuri geometrice regulate, iar în centrul fiecărei părți se consideră concentrată greutatea acesteia ca o forță verticală (forța masică).

Centrul de greutate al unei grinzi omogene va fi mijlocul acestei grinzi. La manipulări, pentru a nu se produce răsturnări, rezultanta cablurilor de prindere trebuie să treacă prin centrul de greutate al grinzii.

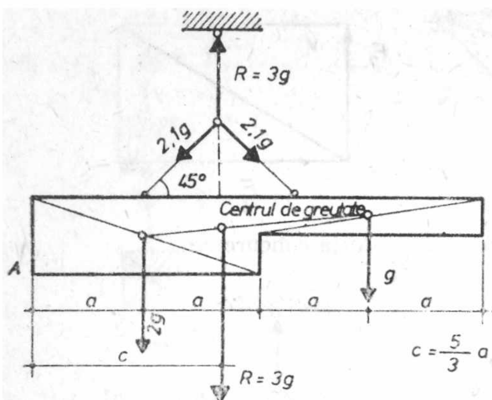


Fig. II.13. Modul de prindere a unei grinzi (în centrul de greutate).

La grinda din figura II.13, prinderea trebuie făcută în centrul de greutate care se găsește pe direcția de acționare a rezultantei forței aflată la distanța c față de punctul A; distanța c se determină din relația:

$$2g \cdot a + g \cdot 3a = 3g \cdot c;$$

$$c = \frac{g(2a + 3a)}{3g} = \frac{5}{3}a.$$

d. **Echilibru, stabilitate.** Un corp se găsește în echilibru dacă sistemul de forțe (forțe exterioare și legături) care acționează asupra lui se reduce la o rezultantă nulă și la un moment nul: $R = 0$; $M = 0$.

În cazul forțelor din același plan (coplanare) condițiile de echilibru se reduc la condiția ca suma algebrică a proiecției forțelor pe două axe rectangulare aflate în planul forțelor, precum și suma algebrică a momentelor forțelor în raport cu o axă normală în planul forțelor să fie nule.

Forțele de legătură sînt reacțiunile care apar în legături (fire care susțin reazeme, articulații etc.), fiind egale cu acțiunile. În cazul din figura II.5, reacțiunile din legături sînt evidente.

Pentru cazul din figura II.4 cînd forța $F = 100$ kN se găsește la distanța a de reazemul A și respectiv la distanța b de reazemul B rezultă:

1) *Ecuația de proiecție pe direcția forței:* $V_A + V_B - F = 0$.

2) *Ecuația de momente față de punctul A:* $F \cdot a - V_B \cdot l = 0$.

3) *Reacțiunile:*

$$V_B = \frac{F \cdot a}{l}; \quad V_A = \frac{F \cdot b}{l}.$$

$$V_A = V_B = F/2 \text{ pentru } a = b = l/2.$$

În ceea ce privește echilibrul corpurilor nedeformabile, în figura II.14 se arată cazul de stabilitate a unui corp care stă pe o bază de susținere fiind în echilibru dacă verticala centrului de greutate trece prin interiorul bazei de susținere și dacă nu intervin alte forțe (de exemplu dacă nu bate vîntul etc.).

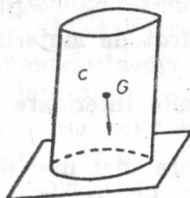


Fig. II.14. Stabilitatea unui corp.

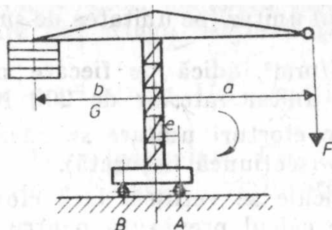


Fig. II.15. Stabilitatea la răsturnare.

În figura II.15 se arată cum poate fi caracterizată stabilitatea la răsturnare față de punctul A; momentul de răsturnare $M_r = F(a-e)$ trebuie să fie mai mic decît momentul de stabilitate $M_s = G(b+e)$; deci coeficientul de stabilitate c la răsturnare față de punctul A este:

$$c = \frac{M_s}{M_r} = \frac{G(b+e)}{F(a-e)}.$$

2. Elemente de rezistența materialelor

a. **Eforturi. Tensiuni interioare (eforturi unitare).** În interiorul unui corp solicitat la forțe exterioare se dezvoltă eforturi care echilibrează forțele exterioare și ca urmare, o stare de tensiuni (eforturi unitare). Sub acțiunea acestora, corpul suferă deformații.

Cazul cel mai simplu de solicitare este cea de întindere centrică (fig. II.16) a unei bare de oțel cu aria secțiunii $A = 20\ \text{mm} \times 20\ \text{mm} = 400\ \text{mm}^2$ supusă la o forță de întindere $F = 80\,000$ N.

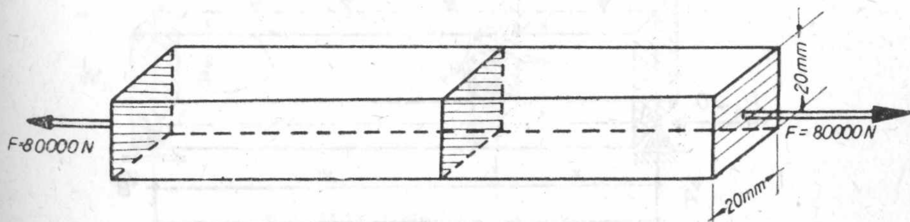


Fig. II.16. Bară supusă la întindere.

Efortul unitar (pe unitatea de suprafață) va fi $R_t = \frac{F}{A} = \frac{80\,000\ N}{400\ mm^2} = 200\ N/mm^2$, adică pe fiecare milimetru pătrat de material există un efort unitar interior de 200 N/mm^2.

Aceste eforturi unitare se găsesc în secțiunile interioare ale materialului (secțiunea hașurată).

În calcule se verifică dacă efortul unitar este mai mic decît valoarea de calcul prevăzută pentru oțelul folosit. La barele scurte supuse la *compresiuni* calculul se face în mod similar cu cel de la întindere.

b. Elemente încovoiate. Într-o construcție tipul cel mai curent de element încovoiat este grinda, adică elementul care are două dimensiuni mai mici (dimensiunile secțiunii transversale), în raport cu deschiderea (fig. II.17).

Dacă această grindă este încărcată cu forțele F_1, F_2, F_3 și F_4 în reazeme se nasc forțe egale și de semn contrar V_A și V_B, iar forța orizontală $H_A = 0$. Aceste forțe sînt forțe exterioare. Pentru a determina forțele interioare din planul secțiunilor aflate la distanțele x și x' de reazeme se consideră grinda tăiată imaginar în acest plan, punîndu-se în locul părții tăiate forțele de legătură (momentul M și forța tăietoare T) similare aproximativ cu reacțiunile unei grinzi încastrate în dreptul tăieturii (v. fig. II.6).

Fiecare din cele două tronsoane tăiate trebuie să fie în echilibru. Eforturile interioare de pe partea din stînga vor fi egale și de semn contrar cu eforturile interioare din partea din dreapta, ele acționînd în centrul de greutate al secțiunii.

Din condițiile de echilibru rezultă că forța tăietoare va fi egală cu suma forțelor verticale exterioare din stînga secțiunii (inclusiv reac-

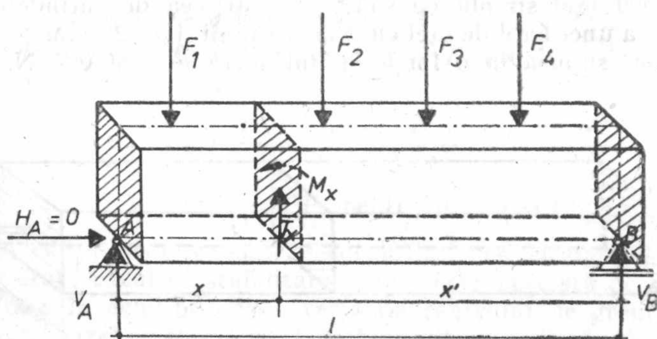


Fig. II.17. Grindă încovoiată.

ţiunile) $T_x = V_A - F_1$ iar momentul încovoietor, cu suma algebrică a tuturor momentelor forţelor exterioare din stînga secţiunii (inclusiv reacţiunile: $M_x = V_A x - F(x-a)$.

La elementele încovoiate apar şi lunecări (v. fig. II.7) care în principal sînt date de forţa tăietoare.

c. **Verificarea prin calcul a elementelor încovoiate.** Fie o grindă încovoiată (fig. II.18) *a* încărcată cu o forţă *F*; pentru verificarea ei se fac următoarele operaţii:

Se determină reacţiunile V_A şi V_B făcînd echilibrul întregii grinzi (scriind ecuaţiile de momente faţă de reazemele *A* şi *B*:

$$M_B = 0 \qquad V_A l - Fb = 0;\ V_A = \frac{Fb}{l};$$

$$M_A = 0 \qquad V_B l - Fa = 0;\ V_B = \frac{Fa}{l}.$$

Momentul încovoietor în secţiunea *x* este:

$$M_x = V_A x = \frac{Fb}{l} \cdot x,$$

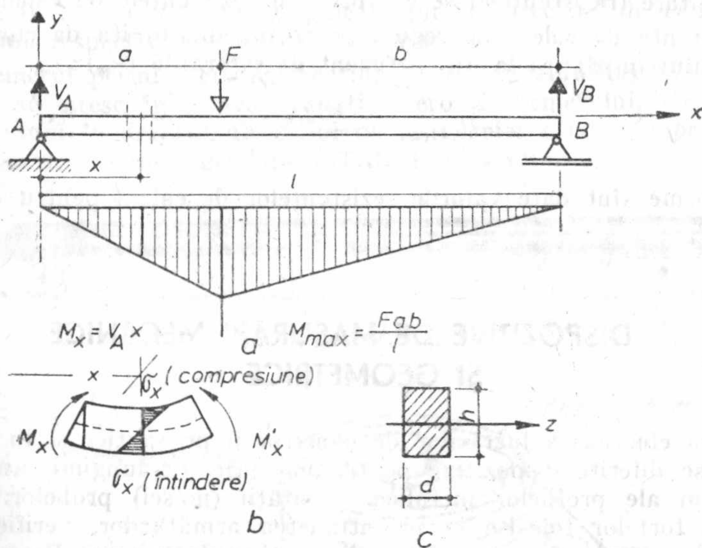


Fig. II.18 Grindă încovoiată:

a — momente încovoietoare pe grindă pentru o forţă *F*; *b* — eforturi unitare în secţiunea *x*; *c* — secţiunea transversală a grinzii.

Momentul încovoietor maxim (din dreptul forței) va fi:

$$M_{max} = V_A a = \frac{Fba}{l}.$$

În figura II.18, *b* se arată porțiunea de grindă din dreptul secțiunii *x* deformate unde apar eforturi unitare din încovoiere care dau un cuplu egal cu momentul încovoietor M_x; sînt eforturi unitare de compresiune în fibra superioară și eforturi unitare de întindere în fibra inferioară (maxime).

Eforturile unitare sau rezistențele așa cum se mai numesc se notează cu litera grecească σ.

Valoarea eforturilor unitare maxime pentru o secțiune dreptunghiulară (fig. II.18, *c*) este $\sigma = \frac{M_x}{W}$; W se numește modul de rezistență și are valoarea $W = \frac{dh^2}{6}$.

d. **Rezistențe de calcul. Coeficienți de siguranță.** Pentru ca o piesă sau o grindă să nu se rupă sau să nu capete deformații permanente (săgeți) mai mari decît cele admise pentru o bună exploatare, eforturile unitare (rezistențele) se compară cu rezistențele de calcul.

Rezistența de calcul de regulă se obține din limita de curgere a materialului împărțită la un coeficient de siguranță (γ_m):

$$R_{calcul} = \frac{R_{curgere}}{\gamma_m}.$$

În norme sînt date valorile rezistențelor de calcul pentru diferite materiale.

C. DISPOZITIVE DE MĂSURĂRI MECANICE ȘI GEOMETRICE

Pentru efectuarea lucrărilor de construcții pe șantier și în atelier se folosesc diferite dispozitive pentru măsurări de lungimi, unghiuri, dimensiuni ale profilelor metalice, greutății (masei) probelor, presiunilor și forțelor folosite la preîntinderea armăturilor, verificări de nivel, alinieri, precum și scule și dispozitive de trasare. Pentru pregătirea armăturilor și montarea lor la poziție se efectuează o serie de măsurări și verificări.

1. Măsurarea dimensiunilor liniare

Pentru măsurarea distanțelor de pe cofraje și a lungimilor la care se fasonează armătura se folosesc următoarele **instrumente** :

1) *Metrul gradat* marcat în centimetri și milimetri, realizat din lemn, aluminiu sau oțel.

2) *Metrul pliant* format din 10 bucăți articulate care se strîng prin suprapunere (fig. II.19).

3) *Ruleta cu panglica de oțel* flexibilă de 10, 20 și 50 m lungime, care se înfășoară într-o carcasă (fig. II.20).

Pentru măsurarea dimensiunilor profilelor metalice (armături, țevi, table, piulițe, piese prelucrate) și deplasărilor armăturilor în timpul operației de preîntindere etc. se folosesc următoarele **dispozitive :**

1) *Șublerul obișnuit* (fig. II.21) este un dispozitiv de măsurare construit dintr-o riglă gradată cu cioc și un cursor cu cioc de aceeași lungime. Cursorul este gradat cu vernier avînd o gradație care permite determinarea fracțiunilor de diviziune. Gradația vernierului se realizează pe rigla cursorului prin împărțirea lungimilor de 9, 19 sau 49 mm în 10, 20 și 50 părți egale asigurînd precizia de 1/10 1/20 și 1/50, mm respectiv 0,1 ; 0,05 și 0,02 mm.

Vernierul permite citirea fracțiunilor de diviziune astfel : unitățile întregi se citesc în stînga gradației zero a vernierului, iar numărul de fracțiuni în dreptul diviziunii de pe vernier care se suprapune cu gradația de pe rigla gradată (STAS 1373/1-82).

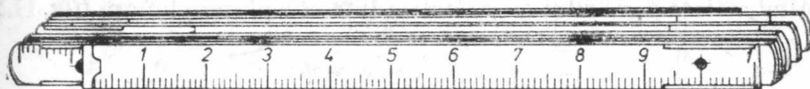


Fig. II.19. Metru pliant.

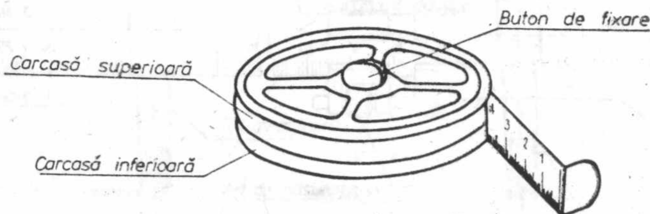


Fig. II.20. Panglică de oțel.

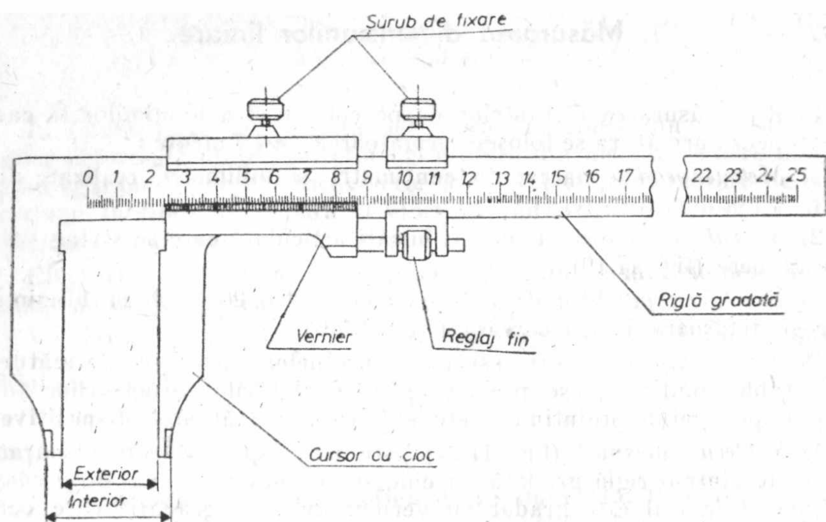


Fig. II.21. Şubler obişnuit.

2) *Şublerele de adîncime* (fig. II.22) sînt folosite pentru măsurarea dimensiunilor găurilor, avînd limita superioară de citire cuprinsă între 100 şi 500 mm cu precizia de măsurare de 0,1 şi 0,02 mm (STAS 1374-73).

3) *Micrometrele*, la care măsurarea se bazează pe acelaşi principiu ca şi la dispozitivele care au cursor.

Cursorul gradat la micrometre este deplasat prin înşurubare, transformînd rotirea şurubului micrometric într-o deplasare liniară (fig. II.23).

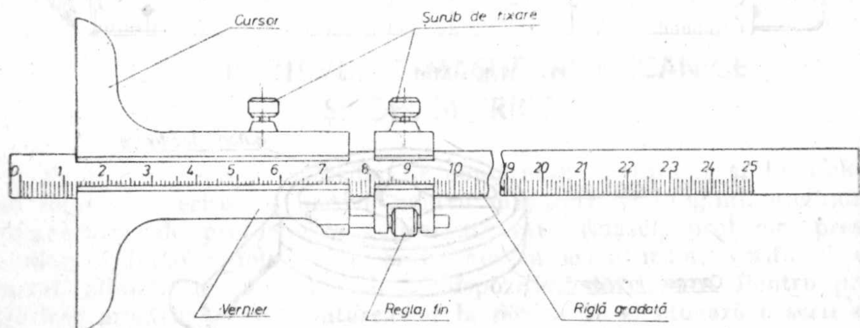


Fig. II.22. Şubler de adîncime.

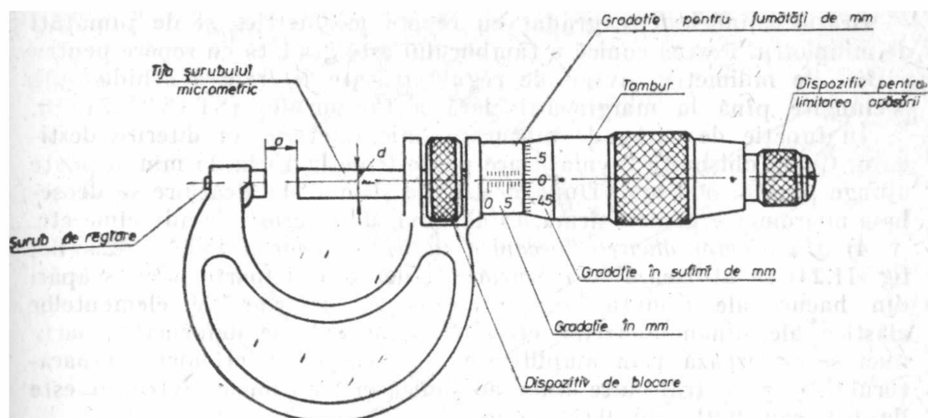


Fig. II.23. Micrometru obișnuit.

Butonul de ridicare a tijei

Indicarea rotațiilor

Cadran cu scară gradată în sutimi de mm

Reper mobil

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90

Ac indicator

Șurub de blocare

Carcasă

Braț de fixare

Tijă de palpare

Vîrf de măsurare

Fig. II.24. Microcomparator cu cadran.

Brațul cilindric este gradat cu repere milimetrice și de jumătăți de milimetru. Partea conică a tamburului este gradată cu repere pentru sutimi de milimetru, avînd de regulă trasate 50 repere echidistante prelungite pînă la marginea inelară a tamburului (STAS 1374-73).

În funcție de cursa de măsurare, micrometrele au diferite destinații. Cursa obișnuită de măsurare poate fi de la 15 la 25 mm și poate ajunge pînă la 500 mm. După destinație și mod de alcătuire se deosebesc micrometre pentru sîrmă, tablă, țevi, de interior, de adîncime etc.

4) *Microcomparatoarele mecanice cu tijă și cadran* (STAS 4293-83, fig. II.24) se utilizează la măsurări de deformații foarte mici (scăpări din bacuri ale armăturilor pretensionate, deformațiile elementelor elastice ale dinamometrelor etc.). Măsurarea unor deformații foarte mici se realizează prin amplificarea deplasărilor tijei microcomparatorului care se transmite unui ac indicator. Mărimea diviziunii este de 0,1 sau 0,01 sau 0,001 mm.

2. Măsurarea unghiurilor

Pentru măsurări și trasări de unghiuri se pot folosi următoarele **instrumente:**

1) *Echerul,* utilizat pentru măsurarea, trasarea și verificarea unghiurilor exterioare și interioare. Echerele se execută cu unghiuri de 45°, 60°, 90° și 120° (STAS 2050-78). Pentru unghiuri drepte se folosesc și echere cu talpă (fig. II.25).

2) *Raportorul* (fig. II.26), utilizat pentru măsurări precise ale unghiurilor. Pot fi raportoare simple, raportoare cu rigla mobilă sau raportoare mecanice (cu riglă fixă, riglă mobilă, disc gradat și vernier, STAS 6653-83).

3) *Cala unghiulară,* formată din plăci poligonale care pot forma diferite unghiuri.

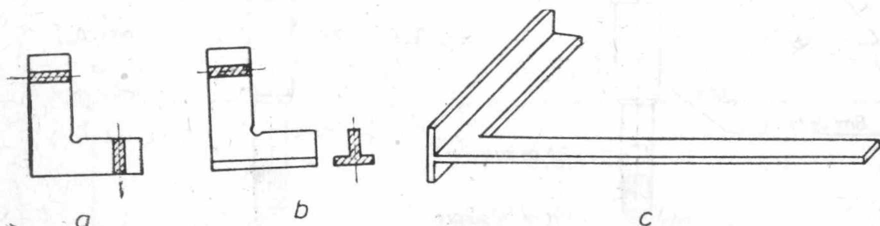


Fig. II.25. Echere:
a — simplu; *b, c* — cu talpă.

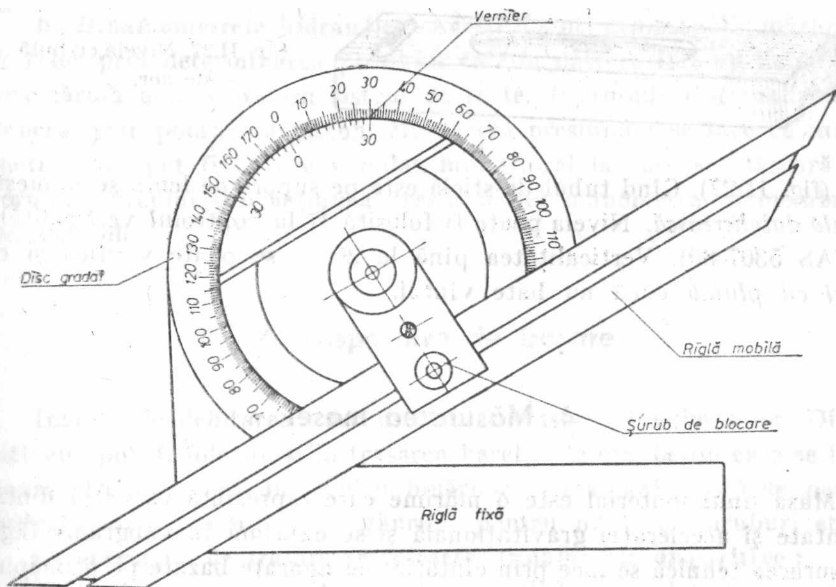


Fig. II.26. Raportor universal.

3. Verificări de poziţii

Prin verificările de poziţie ale construcţiilor, cofrajelor etc. se înţeleg operaţiile de control ale alinierii, nivelului şi verticalităţii. Pentru verificarea alinierii se foloseşte pînă la lungimi de 50 m *firul de oţel* cu diametrul de 0,8 sau 1 mm, bine întins. Pentru distanţe mai mari de 50 m se foloseşte *teodolitul* care este un aparat de mare precizie ce măsoară unghiurile orizontale şi verticale. El poate fi folosit la verificarea verticalităţii şi orizontalităţii, la aşezarea stîlpilor, fermelor (abaterea poate fi de 10 mm/km).

Cotele de nivel ale construcţiilor se verifică cu *nivela de apă cu furtun* (precizie ± 1 mm). La distanţe mari se foloseşte *nivela topometrică*.

Pentru compararea relativă a două cote de nivel se foloseşte *linealul* şi *nivela cu bulă de aer* sau *bolobocul*, care este format dintr-un tub de sticlă uşor curbat umplut cu spirt sau cu eter avînd în interior o bulă de

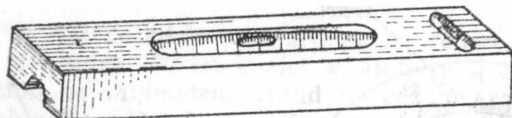


Fig. II.27. Nivelă cu bulă de aer.

aer (fig. II.27). Cînd tubul de sticlă este pe suport de lemn se numește *nivelă dulgherească*. Nivela poate fi folosită și la controlul verticalității (STAS 5307-80). Verticalitatea pînă la 20 m se poate verifica și cu *firul cu plumb* dacă nu bate vîntul.

4. Măsurarea masei

Masa unui material este o mărime care reprezintă raportul dintre greutate și accelerația gravitațională și se exprimă în kilograme (kg). Măsurarea tehnică se face prin cîntărire cu aparate bazate pe principiul pîrghiilor.

5. Măsurarea forțelor

În operațiile de preîntindere a armăturilor la elementele de beton precomprimat este necesar să se cunoască forțele de preîntindere. De asemenea, la îndreptarea din colaci a armăturilor este necesar să se cunoască forța de îndreptare, pentru ca aceasta să nu depășească limita de curgere a oțelului.

Forțele se măsoară cu dinamometre care pot fi cu elemente elastice sau hidraulice (STAS 4447-83).

a. **Dinamometrele cu element elastic.** Sînt alcătuite în general dintr-un element elastic (arc) care se deformează elastic sub acțiunea forțelor. Prin măsurarea și etalonarea deformațiilor cu microcomparatoarele se găsește o corespondență între forțe și deformații pe baza căreia se poate deduce apoi forța. Elementul elastic de regulă se face dintr-o singură bucată din oțel (oțel arc aliat).

b. **Dinamometrele hidraulice.** Acestea sînt utilizate la măsurarea forțelor prin determinarea presiunii care ia naștere într-un lichid asupra căruia acționează un sistem de forțe. Presiunile sînt realizate în general prin pompe cu piston. Măsurarea presiunilor se face cu manometre care pot fi cu arc tubular monospiral la care se măsoară deformația arcului sub acțiunea presiunii sau manometre cu membrană deformabilă.

6. Dispozitive de trasare

Înainte de debitarea unor profile, se trasează lungimea lor. Dispozitivele pot fi folosite și la trasarea barelor de oțel-beton care se fasonează. De asemenea, în cazul îmbinărilor, se trasează ajustările pentru sudură, poziționarea axelor, găurilor pentru nituri și șuruburi etc.

La operațiile de trasare se folosesc următoarele dispozitive :

1) *Acul de trasare*, confecționat din oțel dur avînd vîrful din widia (carbură metalică).

2) *Trasatoarele paralele* cu ac de trasaj montat pe suport și cu un limitator culisant asigură trasarea de linii paralele cu marginile piesei (fig. II.28).

3) *Compasul de trasare* cu vîrfuri metalice și riglă de trasare.

4) *Chernerul* care folosește la punctarea unor centre, a punctelor de început și sfîrșit ale liniilor ce se trasează.

5) *Șablonul din tablă subțire* care se folosește la marcarea întretăierii axelor ; el poate ajuta la fasonarea armăturilor, tăierea plăcilor pe care se sudează armăturile etc.

6) *Calibrele* pentru verificarea dimensiunilor barelor de oțel-beton (fig. II.29).

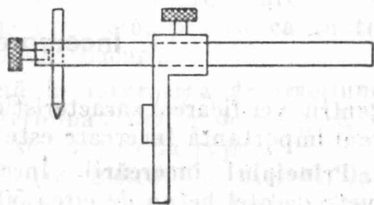


Fig. II.28. Trasatoare paralele.

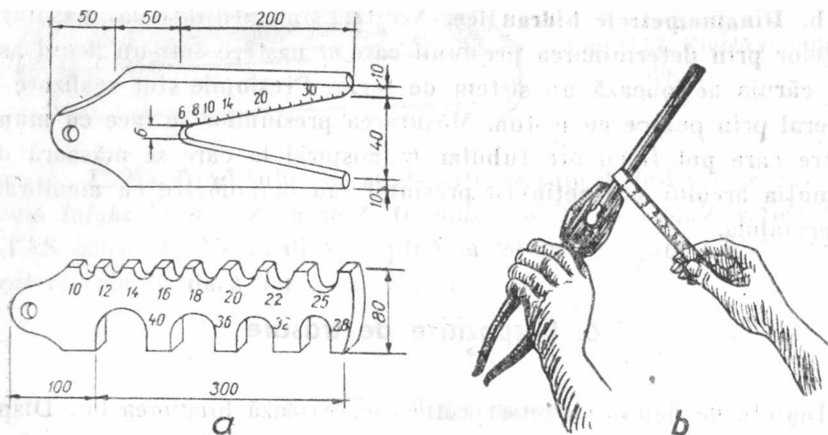


Fig. II.29. Verificarea dimensiunilor barelor de oțel-beton :
a — calibrare ; *b* — măsurarea diametrului.

4. VERIFICAREA CALITĂȚII OȚELURILOR DE ARMĂTURI ȘI A BETONULUI PRIN ÎNCERCĂRI DE LABORATOR

Calitatea materialelor este garantată de producători prin standarde. Totuși, în caz de dubii, se verifică calitatea acestor materiale.

Pentru oțelul de armături verificarea cea mai importantă este prin încercarea la tracțiune care se execută cu mașini speciale și încercarea de îndoire pentru oțel-beton, îndoire alternată și torsiune pentru sîrme. Aceste ultime încercări se mai numesc și încercări tehnologice deoarece ele asigură condițiile pentru punerea armăturilor în operă. Pentru beton, încercarea mecanică cea mai importantă este cea la compresiune pe cuburi.

1. Încercarea la tracțiune

Pentru verificarea caracteristicilor de rezistență ale oțelului-beton cea mai importantă încercare este încercarea la tracțiune sau întindere.

a. **Principiul încercării.** Încercarea constă din supunerea unei epruvete de oțel-beton de circa 50 cm (500 mm) la o solicitare de trac-

țiune pe direcția axei longitudinale a epruvetei, pînă la rupere, în vederea determinării anumitor caracteristici mecanice (STAS 200-75 și STAS 6605-83).

b. **Epruvete supuse la încercare.** Pentru oțel-beton (vergele din OB 37, PC 52, PC 60, sîrme, toroane etc.) se folosesc epruvete (porțiuni de bară) neprelucrate, debitate direct din colaci sau din legăturile de bare. Epruvetele de regulă au capetele tăiate perpendicular pe axă, iar suprafețele de tăiere bine polizate. Pentru table se folosesc epruvete plate prelucrate sau epruvete rotunde. Înainte de încercare epruveta este măsurată cu șublere pentru determinarea ariei secțiunii inițiale (efective) și dimensiunile nervurilor.

În vederea determinării alungirii după rupere, pe epruvete se trasează repere, de regulă la 10 mm între ele, pe toată lungimea cuprinsă între fălcile de prindere ale mașinii de încercat. Trasarea se face pe o lungime de cel puțin 240 mm. Dacă epruveta nu este dreaptă, se va îndrepta numai manual cu un ciocan de lemn pe o suprafață plană tot de lemn, pentru a nu se schimba structura oțelului.

c. **Determinarea ariei secțiunii epruvetei.** Determinarea ariei inițiale (efective) a epruvetei se face la epruvete netede prin măsurarea diametrului (oțel OB 37, sîrme netede etc.).

Determinarea ariei secțiunii oțelului cu profil periodic (PC 52, PC 60) se face de regulă prin cîntărire, aplicînd formula din STAS 6605-83:

$$S_0 = \frac{m}{L\rho} \quad [\text{mm}^2]$$

în care: S_0 este aria secțiunii inițiale;
m — masa epruvetei care se încearcă, cîntărită efectiv, în g;
L — lungimea fixă a epruvetei, în mm;
ρ — densitatea oțelului; $\rho = 0{,}00785$ g/mm³;

d. **Utilaje și bacuri.** Încercarea se execută la mașini de încercat care trebuie să îndeplinească toate condițiile specificate în STAS 1510-80. Aplicarea încărcării se face lent, continuu și fără șocuri, pentru determinarea corectă a caracteristicilor mecanice urmărite (1 kgf/mm²·s). Pentru încercarea oțelurilor, fălcile mașinii sînt prevăzute cu bacuri cu dantura specifică fiecărui tip de epruvetă, pentru ca în timpul încercării să nu se producă lunecări din bacuri.

e. **Caracteristici care se determină la încercarea de tracțiune.** În timpul încercării la tracțiune se determină: limita de curgere, rezistența la rupere, alungirea la rupere și gîtuirea la rupere.

1) *Limita de curgere* este forța F_e (înregistrată la mașină) la care începe să se deformeze mult oțelul (curge). Această limită este pusă în evidență la oțelul-beton OB 37 de tendința de oscilare sau de stagnare

a acului care indică forța, în timp ce epruveta continuă să se lungească. La oțelurile dure pentru beton precomprimat și la oțelurile cu profil periodic, curgerea oțelului (lungirea lui fără să crească forța) nu este evidentă prin urmărirea acului mașinii de încercat și de aceea se măsoară limita la care este depășită o anumită deformație permanentă, deformație neproporțională a epruvetei supuse încercării ($p\,0{,}2\%$).

Calculul limitei de curgere (efortului unitar) se face cu formula :

$$R_e = \frac{F_e}{S_0} \quad [\mathrm{N/mm^2}];$$

în care : R_e este limita de curgere ;
F_e — forța de curgere înregistrată la mașină ;
S_0 — secțiunea inițială efectivă.

Calculul se poate face și pe aria secțiunii trecută în standard, numită și aria secțiunii nominale, în loc de S_0.

2) *Rezistența la rupere* este dată de forța maximă F_{max} înregistrată pe mașina de încercat la ruperea epruvetei.

Rezistențele la rupere se calculează cu formula :

$$R_m = \frac{F_{max}}{S_0} \quad [\mathrm{N/mm^2}];$$

în care : R_m este rezistența la rupere ;
F_{max} — forța la care s-a rupt epruveta ;
S_0 — secțiunea inițială efectivă.

Exemplul 1. *Să se verifice o bară de oțel-beton de calitatea OB 37 Ø 20 mm dacă valorile caracteristicilor corespund STAS* 438/1-80.

În tabelul 4 de dimensiuni din standard citim că oțelul OB 37 Ø 20 are aria secțiunii nominale $S_n = 3{,}14\ \mathrm{cm^2}$, iar în tabelul 7 cu caracteristici mecanice, că oțelul OB 37 cu diametrul $d = 14 \ldots 40$ mm trebuie să aibă următoarele caracteristici minime :

— limita de curgere $R_e = 235\ \mathrm{N/mm^2}$;
— rezistența la rupere $R_m = 360\ \mathrm{N/mm^2}$;
— alungirea la rupere $A_5 = 25\%$.

Prin măsurări s-au găsit următoarele valori :
— diametrul $d = 19{,}5$ mm ;
— forța de curgere $F_e = 73\,000$ N ;
— forța de rupere $F_{max} = 114\,000$ N.

Aria secțiunii inițiale efective rezultă $S_0 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi\, 19{,}5^2}{4} = 298{,}65\ \mathrm{mm^2}$ care este mai mică decît secțiunea nominală din tabel ($S_n = 3{,}14\ \mathrm{cm^2} = 314{,}00\ \mathrm{mm^2}$).

Rezistențele efective determinate pe aria secțiunii inițiale efective for fi :

$$R_e = \frac{73\,000}{298{,}65} = 245\ \mathrm{N/mm^2}; \quad R_m = \frac{114\,000}{298{,}65} = 382\ \mathrm{N/mm^2}.$$

Rezistențele efective determinate pe aria acțiunii nominale sînt :

$$R_e = \frac{73\,000}{314,00} = 233 \text{ N/mm}^2 ; \quad R_m = \frac{114\,000}{314,00} = 363 \text{ N/mm}^2.$$

Se constată că oțelul corespunde caracteristicilor din standard, dar fiind laminat la o dimensiune mai mică, rezistențele determinate pe secțiunile nominale (cu care a calculat și proiectantul) nu mai corespund fiind mai mici decît cele din standard

Diagrama încercării la tracțiune. În timpul încercării la tracțiune se măsoară odată cu forța aplicată și lungirea epruvetei ca urmare a aplicării încărcării. Dacă într-un sistem de axe ortogonale se face o reprezentare grafică, pe abscisa x luîndu-se ca variabilă alungirea Δl [mm], pe ordonată forța F [N], se obține diagrama forță F — alungire Δl (fig. II.30).

Dacă forța se împarte la aria secțiunii și alungirea la lungimea epruvetelor se obține diagrama efort unitar (rezistență) R — alungire specifică ε, în care $\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} [\%]$, de unde rezultă $\Delta l = \varepsilon l_0$.

Pe diagrama $R - \varepsilon$ se pot determina și celelalte caracteristici mecanice, și anume : modulul de elasticitate și limita de curgere convențională $R_{p0,2}$ caracteristică pentru oțelurile mai dure (fără limita de curgere aparentă). Diagrama se poate înregistra direct la mașină.

3) *Modulul de elasticitate* este o caracteristică a oțelurilor, care se determină pe curba încercării la tracțiune pe porțiunea în care această curbă are o variație liniară, adică pe această porțiune a curbei există

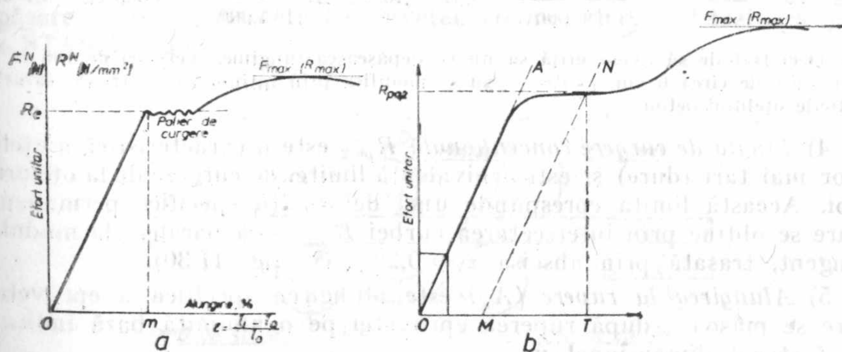


Fig. II.30. Diagrama forță — alungire :

a — oțel cu curgere aparentă ; b — oțel fără curgere aparentă. Determinarea curgerii pe baza lungirii totale : $OT = \varepsilon_e + \varepsilon_p = 0,5\%$; $OT = OM + MT$.

o proporționalitate directă între creșterea rezistenței și alungirii specifice (STAS 6065-83 și 10290-75).

De regulă se determină *modulul de elasticitate tangent* (sau cum se mai numește, inițial) E_0. Pentru toroane și împletituri se determină *modulul de elasticitate secant*.

Modulul de elasticitate astfel determinat este o constantă, se simbolizează cu litera E și se calculează pe porțiunea dreaptă a diagramei R, cu expresia:

$$E = \frac{R}{\varepsilon} \quad [\mathrm{N/mm^2}]; \qquad R = \varepsilon E.$$

Din punct de vedere geometric modulul de elasticitate este tangenta unghiului la curba $R - \varepsilon$; $E = \operatorname{tg} \alpha$, adică este panta dreptei care trece prin originea axelor de coordonate (v. fig. II.30).

Pentru oțelul-beton el are valoarea $E = 21\,000\,000 \ \mathrm{N/cm^2} = 210\,000 \ \mathrm{N/mm^2}$. Cunoscînd modulul de elasticitate se poate determina pentru o anumită alungire specifică rezistența corespunzătoare și invers.

Exemplul 2. *Să se îndrepte un oțel-beton cu troliul, fără ca să se ajungă la curgerea oțelului.*

În acest mod putem calcula cît trebuie să fie alungirea totală la întinderea unui oțel livrat în colaci, lung de 100 m, fără ca rezistența în oțel să depășească jumătate din limita de curgere $R_c = 240 \ \mathrm{N/mm^2} = 24\,000 \ \mathrm{N/cm^2}$ $\left(\text{respectiv } \frac{1}{2} R_c\right)$.

Aplicăm formulele anterioare $\Delta l = \varepsilon l$:

$$\varepsilon = \frac{R}{E} = \frac{24\,000}{2} \cdot \frac{1}{21\,000\,000} = 0{,}57 \times 10^{-3}; \quad \Delta l = \frac{0{,}57}{1\,000} \times 10\,000 \ \mathrm{cm} = 5{,}7 \ \mathrm{cm}.$$

Deci trebuie să avem grijă să nu se depășească lungimea vergelei de 100 m cu mai mult de circa 6 cm, pentru a nu se modifica prin întinderea cu troliul caracteristicile oțelului-beton.

4) *Limita de curgere convențională* $R_{p0,2}$ este o caracteristică a oțelurilor mai tari (dure) și este echivalentă limitei de curgere de la oțelurile moi. Această limită corespunde unei deformații specifice permanente (care se obține prin intersectarea curbei $R - \varepsilon$ cu paralela la modulul tangent, trasată prin abscisa $\varepsilon = 0{,}2\%$, (v. fig. II.30).

5) *Alungirea la rupere* (A_n) este alungirea specifică a epruvetei, care se măsoară după ruperea epruvetei pe o anumită bază indicată de factorul dimensional n

$$A_n = \frac{l_u - l_0}{l_0} \times 100.$$

De exemplu, pentru un oțel OB 37, ∅ 20 s-a măsurat epruveta înainte de rupere pe o lungime $l_0 = 100$ mm (echivalent cu $l_0 = 5d$) și după rupere s-a găsit $l_u = 130$ mm. În acest caz, alungirea va fi:

$$A_5 = \frac{l_u - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{130 - 100}{100} \times 100 = 30\%,$$

deci alungirea este mai mare decît cea prevăzută în STAS 438/1-80, unde $A = 27\%$.

Notațiile uzuale sînt următoarele:

A_5 pentru alungirea măsurată pe $5d$ (d = diametrul);
A_{10} pentru alungirea măsurată pe $10\,d$;
A_{100} pentru alungirea măsurată pe 100 mm.

2. Încercarea de îndoire la rece

Pentru a verifica fasonabilitatea oțelului și capacitatea lui de sudabilitate, oțelul-beton este supus probei de îndoire la rece. Această încercare este o încercare de deformabilitate și prelucrabilitate. Încercarea de îndoire se face la mașini de încercat. Mașinile care sînt folosite pentru încercarea la tracțiune, compresiune și încovoiere pot fi utilizate și la încercarea de îndoire la rece. Îndoirea se execută pe epruvete de oțel-beton la dispozitivul de încovoiere al mașinii (fig. II.31), care constă din două role de sprijin cu raza $r = 25...30$ mm, cu lungimea dintre role $L = D + 3d$, în care D este diametrul mandrinei de apăsare, iar d — diametrul epruvetei. Diametrele mandrinei sînt date în STAS 777-80.

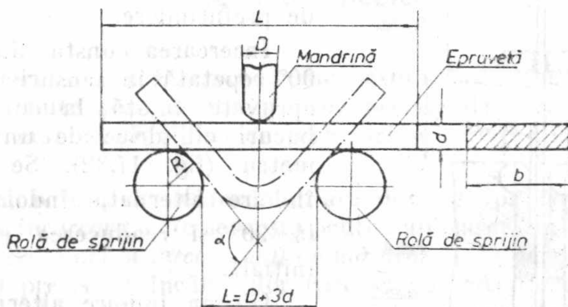


Fig. II.31. Îndoirea la rece.

Încercarea se face pînă la un unghi de 160—180°. Acționarea mandrinei se face continuu, lent și fără șocuri. Unghiul de îndoire limită se determină la apariția pe fața întinsă a epruvetei a primei fisuri sau a luciului metalic pe o lungime de 5 mm, fără a se lua în considerație desprinderile de oxizi. Pentru realizarea îndoirii complete la 180° se pot folosi și dispozitive anexe adecvate.

Pe șantier proba se poate face pe bancul de fasonat oțel-beton. În STAS 438/2-80 sînt date unghiurile de îndoire pentru fiecare tip de oțel-beton astfel: OB 37 se îndoaie fără să fisureze pînă la 180° cu un dorn (mandrină) de 0,5*d* (*d* = diametrul barei); PC 52 se îndoaie la 180° cu un dorn de 3*d*; PC 60 se îndoaie la 180° pe un dorn de 3*d*, PC 90 la 90° pe un dorn de 4*d*.

Aceste probe sînt foarte severe și ele se folosesc la verificarea calității oțelului. Îndoirea oțelului pentru fasonare se face pe dornuri cu diametre mari așa cum se va arăta la capitolele următoare.

3. Încercarea de îndoire alternată

Se execută pentru sîrmele folosite la beton precomprimat conform STAS 7737-67 care arată modul de încercare și STAS 6482/2-80 care arată numărul de îndoiri la care trebuie să reziste fiecare sîrmă pînă se rupe la această probă. Încercarea ne arată capacitatea de deformabilitate a sîrmei dîndu-ne o indicație asupra posibilității utilizării sîrmei cînd aceasta este obligată să treacă prin role în timpul operației de preîntindere.

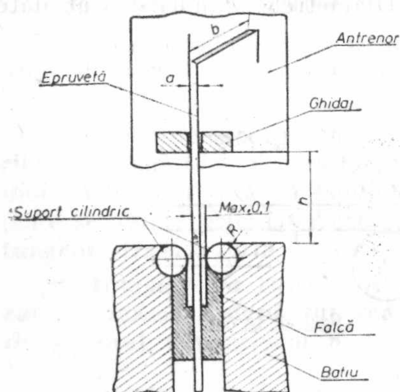


Fig. II.32. Îndoirea alternată.

Încercarea constă din îndoirea la 90° repetată în sensuri opuse a unei epruvete fixată la un capăt prin bacuri cilindrice de un anumit diametru (fig. II.32). Se consideră o îndoire alternată îndoirea epruvetei la 90° și readucerea ei la poziția inițială.

Ultima îndoire alternată se consideră la apariția unor fisuri pe epru-

vetă, care depășesc mai mult de jumătate din grosimea epruvetei sau cînd se rupe epruveta. Viteza de încercare nu trebuie să depășească o îndoire alternată pe secundă.

4. Încercarea la încovoiere

Se supun încercării de încovoiere elementele prefabricate (grinzi, plăci) pentru verificarea calității conform prevederilor de recepționare a acestor produse executate în fabricile de prefabricate, ateliere sau chiar pe șantier (STAS 6657/1/80)

$$R_i = \frac{M}{W} \quad [\mathrm{N/mm^2}]\,;$$

în care: M este momentul încovoietor dat de forțele exterioare;
W — modulul de rezistență al secțiunii.

Această formulă este generală și valabilă pentru materialele omogene. Pentru secțiunile de beton armat calculul se face după formule speciale, secțiunea de beton armat fiind neomogenă (betonul cu caracteristici bune la compresiune și foarte slabe la întindere și armătura cu caracteristici foarte bune la întindere).

Încercarea se poate executa fie la presele de încercat, fie pe standuri speciale de încercat sau chiar în condiții improvizate.

5. Mașini de încercat

Pentru încercarea la tracțiune, compresiune și încovoiere, îndoire etc. sînt concepute și realizate mașini speciale de încercat. Mașinile care pot face mai multe tipuri de încercări se numesc mașini universale.

În general, o mașină de încercat are două grupe de mecanisme: *mecanismul de încărcare*, care servește pentru aplicarea încărcării asupra probelor (epruvetelor) și *mecanismul de măsurare* care servește la măsurarea cît mai precisă a încărcărilor care se pot citi direct pe diferite cadrane sau rigle sau se înregistrează grafic cu penița sau creionul pe hîrtie cu liniatura specială pusă pe tamburii rotitori ai mașinii.

Mecanismul de încărcare transmite, de obicei, mecanic sau hidraulic, forța prin acționarea unui motor sau cu o manivelă de acționare manuală.

Mecanismele de măsurare pot fi: cu balanțe, cu braț de pîrghie de lungime constantă pe care se aplică greutăți variabile (fig. II.33), cu balanță și contragreutate, cu balanță și pendul, în care forța produce o înclinare a unui pendul, înclinare care este marcată și pe un cadran. Sînt și mecanisme mecanice de măsurare a deformațiilor produse asupra unor arcuri elicoidale ale căror caracteristici sînt cunoscute prin etalonări anterioare cu aparatură specială.

Mașinile universale pentru încercări mecanice sînt de regulă acționate hidraulic, iar măsurările se efectuează cu un manometru-pendul (fig. II.34). La o astfel de mașină se pot efectua: încercări de tracțiune a unei epruvete E prinse în fălcile mașinii de încercat F ce fac corp comun cu părțile D folosite și la încercările de compresiune și înco-

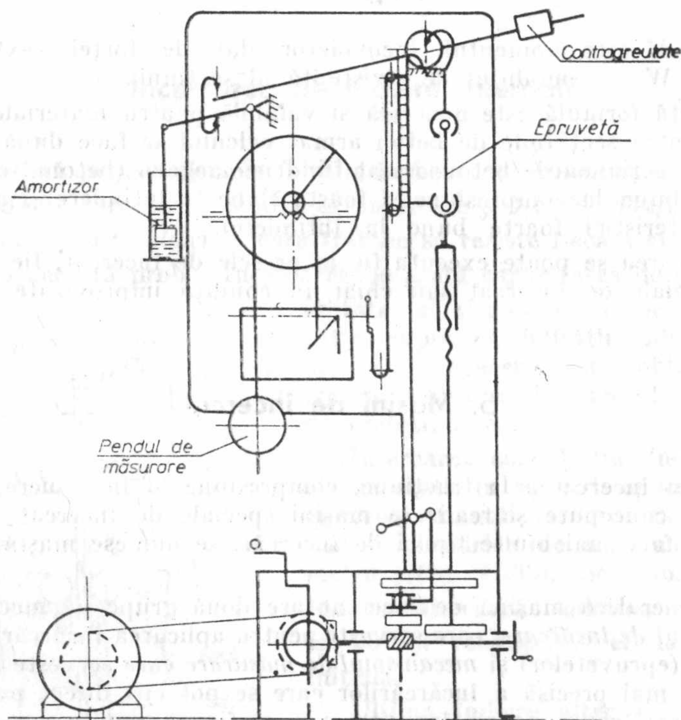
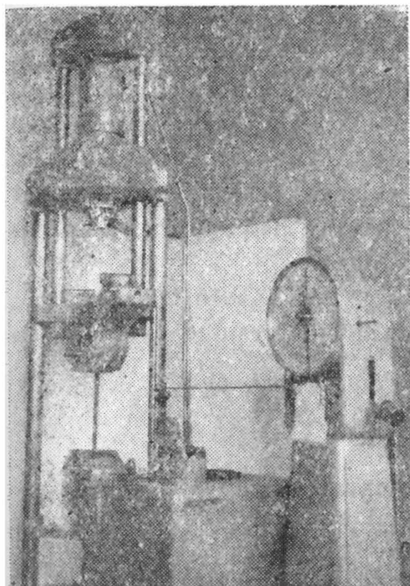
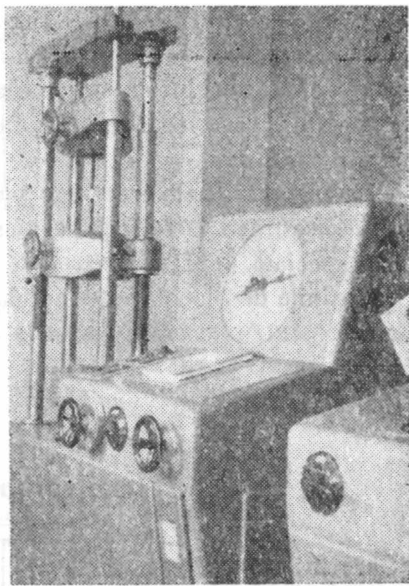


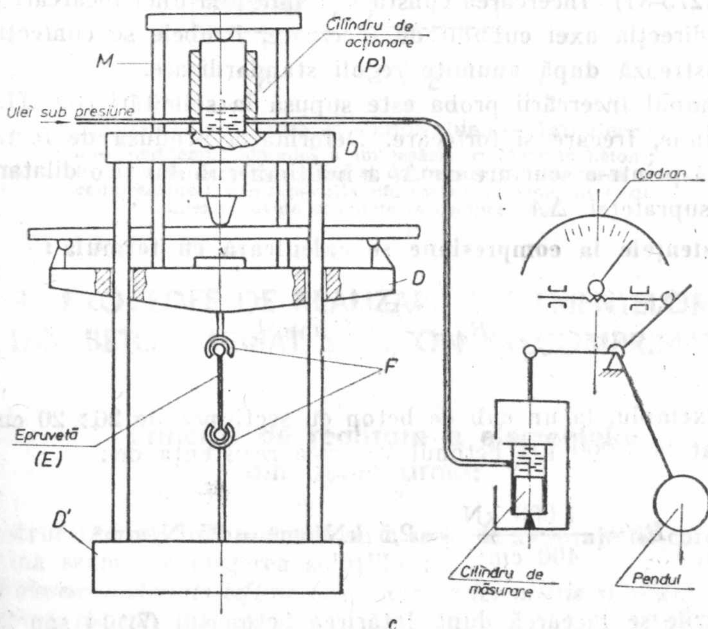
Fig. II.33. Mecanism de încărcare.



a



b



c

Fig. II.34. Mașini universale :

a, b — două tipuri diferite de mașini universale ; *c* — schema unei mașini universale cu acționare hidraulică cu manometru-pendul.

voiere. Partea D de jos se ridică sau coboară. Forțele produse prin intermediul cilindrului de acționare P sînt transmise prin ulei la cilindrul de măsurări care acționează manometrul cu pendul ce le înregistrează pe un cadran.

La încercările de tracțiune partea D' (de jos) se ridică sau coboară după necesități. Deformațiile piesei încercate se pot măsura cu aparatura specială (extensometre).

Mașinile de încercat oțel au clasa de precizie (STAS 1510-80) 1 sau 2, iar cele pentru încercat cuburile de beton la compresiune sînt de clasa de precizie 3.

6. Încercarea la compresiune

Încercarea la compresiune a materialelor de construcții se utilizează în special pentru cuburile de probă din beton, cărămidă etc. (STAS 1275-81). Încercarea constă din aplicarea unei încărcări progresive în direcția axei cubului de încercare. Probele se confecționează şi se păstrează după anumite reguli standardizate.

În timpul încercării proba este supusă la solicitări (fig. II.35) de compresiune, frecare și forfecare. Deformația produsă de forța F se manifestă printr-o scurtare cu Δl a înălțimii cubului și o dilatare laterală a suprafeței ΔA.

Rezistențele la compresiune se calculează cu formula:

$$R_c = \frac{F}{S_0} \, [\text{N/mm}^2].$$

De exemplu, la un cub de beton cu secțiunea de 20×20 cm² care a rezistat la 1 000 kN betonul va avea rezistența de:

$$R_c = \frac{1\,000 \text{ kN}}{400 \text{ cm}^2} = 2{,}5 \text{ kN/cm}^2 = 25 \text{ N/mm}^2.$$

Cuburile se încearcă după întărirea betonului (7, 14 sau 28 zile).

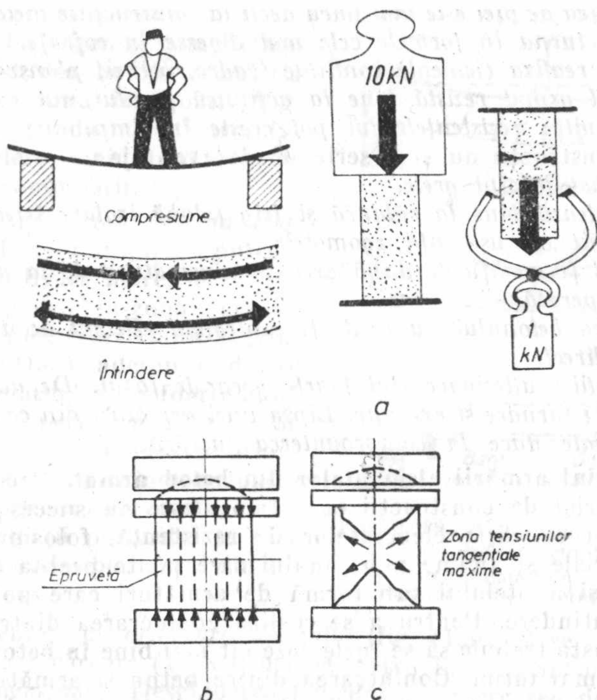


Fig. II.35. Încercarea la compresiune — întindere :
a — justificarea teoretică a amplasării armăturii în beton ; *b* — forțele de compresiune și de frecare la încercarea la compresiune ; *c* — repartiția eforturilor maxime în cazul unei epruvete solicitate la compresiune.

E. PROCEDEE DE REALIZARE A ELEMENTELOR DIN BETON ARMAT ȘI BETON PRECOMPRIMAT

1. Principii de realizare a elementelor din beton armat

Construcțiile din beton armat au o serie de **avantaje** de care trebuie să se țină seama la alegerea soluțiilor :

1) *Folosesc materiale ieftine (agregate grele, pietriș și nisip sau agregate ușoare, ciment, apă etc.).*

2) *Cantitatea de oțel este mai mică decît la construcțiile metalice.*

3) *Se pot turna în formele cele mai diverse în cofraje.*

4) *Se pot realiza elemente continue (cadre, grinzi, planșee și grinzi).*

5) *Betonul armat rezistă bine la acțiunea focului, nu corodează în condiții obișnuite; rezistențele lui pot crește în timp.*

Aceste construcții au și o serie de **dezavantaje**:

1) *Construcțiile sînt grele.*

2) *Nu izolează bine la căldură și frig (slabă izolare termică).*

3) *Transmit cu ușurință zgomotele.*

4) *Nu pot fi modificate după execuție; armătura de la demolări nu poate fi recuperată.*

5) *Calitatea betonului nu poate fi controlată eficient decît la turnare și numai indirect.*

6) *Reparațiile ulterioare sînt foarte greu de făcut. De aceea se cere o mare grijă la turnare și execuție. Lipsa unei armături din cele prevăzute în proiect poate duce la compromiterea lucrării.*

a. **Principiul armării elementelor din beton armat.** Betonul armat este un material de construcții care înlocuiește cu succes metalul și lemnul pentru execuția elementelor de rezistență, folosind calitățile a două materiale și anume a betonului care poate prelua eforturi de compresiune și a oțelului sub formă de armături care poate prelua eforturi de întindere. Pentru a se realiza conlucrarea dintre beton și armătură aceasta trebuie să se încleșteze cît mai bine în beton, să adere de beton cît mai intim. Conlucrarea dintre beton și armătură se realizează în cea mai mare măsură prin aderența dintre barele de armătură și beton, prin conlucrarea spațială (încleștarea în beton) a plaselor și carcaselor sudate, ca urmare a lucrului armăturilor transversale și prin îmbunătățirea ancorării armăturii în beton, ca urmare a îndoirii capetelor barelor (ciocuri); adesea secțiunile de beton sînt completate cu măsuri speciale de împiedicare a fisurării betonului prin frete și etrieri.

Pentru a realiza un element din beton armat bine conceput trebuie să cunoaștem unde apar în element zone comprimate din solicitarea exterioară și unde apar zone întinse. Datorită faptului că betonul are o rezistență foarte mică la întindere, armătura se așază în zonele întinse, eforturile din zonele comprimate fiind luate de beton.

Cunoașterea în amănunțime a comportării elementelor din beton armat la solicitări este o ramură a tehnicii de care se ocupă inginerii constructori. Principiile de bază trebuie cunoscute însă și de lucrătorii care realizează elementele (betoniști, fierari betoniști etc.), pentru a nu se produce greșeli de execuție și chiar pentru a evita unele greșeli de pe desenele de execuție.

Regulile de armare pe baza principiilor de mai sus variază de la element la element (stîlp, grindă, placă, fundație, tirant etc.).

Pentru înțelegerea comportării unui element din beton armat să analizăm și grinda încovoiată (fig. II.36). Dacă grinda nu este armată, la o deschidere mai mare se rupe în timpul manipulării.

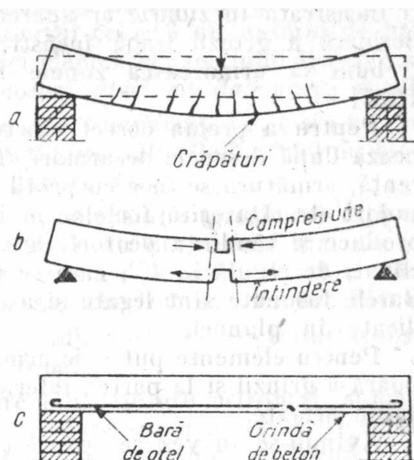


Fig. II.36. Alcătuirea grinzilor din beton armat:
a — slab armată; *b* — eforturile în grindă; *c* — puternic armată.

La o grindă *slab armată* (fig. II.37, *a*), adică cu armătură puțină, se produce o fisură mare, de regulă la mijlocul grinzii, în zona întinsă, care se deschide foarte mult și grinda se rupe. Dacă aderența dintre beton și armătură este foarte bună se produce ruperea armăturii. Se poate produce și alunecarea armăturii, elementul deformîndu-se foarte mult; distrugerea elementului (consumul capacității portante) se face și prin sfărîmarea betonului din zona comprimată.

La elementele cu *armătură obișnuită* (fig. II.36, *a*) se produc fisuri mai multe la încărcare (4—8 fisuri pe metru în zona întinsă), decît la elementele nearmate. Deschiderea fisurilor la încercarea de exploatare este foarte mică (sub 0,2 mm). La aceste elemente dacă se continuă încărcarea, armătura poate ajunge la curgere în cazul cînd aderența din armătură și beton este bună.

La elementele *puternic armate* (fig. II.36, *c*) armătura chiar la ruperea elementului nu mai atinge faza de curgere. Aceste elemente se rup casant la o săgeată (deplasarea pe verticală la mijlocul grinzii) mai mică, prin distrugerea betonului din zona comprimată datorită capacității relativ mici de deformare plastică a betonului. Fisurile la aceste tipuri de grinzi sînt mai dese și cu deschideri mai mici.

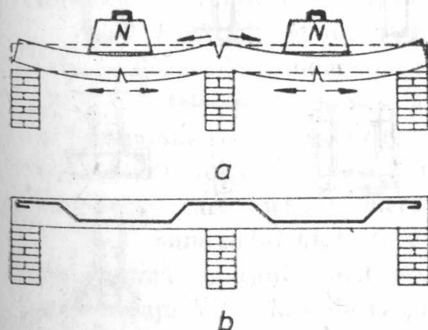


Fig. II.37. Grindă continuă încovoiată: *a* — cum se încovoaie și se rupe; *b* — cum se așază armătura din bare de oțel.

În cazul unei grinzi continue (fig. II.37), se constată că distribuția fisurilor este alta. Apar fisuri și pe reazemul central în partea de sus. Dacă grinda ar

fi încastrată în zidărie ar apărea fisuri și pe reazeme la partea superioară a grinzii lîngă încastrare. Barele de armătură în acest caz trebuie să urmărească zonele în care apar întinderi în beton (fig. II.37, *a*).

Pentru a prelua corect eforturile de întindere, armătura se fasonează după desenele de armare (fig. II.37, *b*). Pentru o mai bună aderență, armătura se face cu profil periodic, prevăzîndu-se ciocuri, etrieri sudați etc. Datorită forțelor mai mici la reazemele grinzilor se poate produce și tendința de forfecare, apărînd eforturi întinse în plan înclinat, de regulă la 45°, care se preiau prin bare înclinate sau etrieri. Barele fasonate sînt legate și așezate în cofraje conform pozițiilor indicate în planuri.

Pentru elemente puternic armate se pun armături și la partea superioară a grinzii și la partea inferioară a acesteia, realizîndu-se elemente dublu armate.

Avîndu-se în vedere comportarea de ansamblu a elementelor asociate cu oțeluri superioare se pot folosi eficient oțeluri cu limita de curgere de 1,5—2,5 ori mai mare decît a oțelurilor obișnuite (OB 37) realizîndu-se importante economii de metal.

În figura II.38 se dau cîteva exemple de armare a secțiunilor de beton armat.

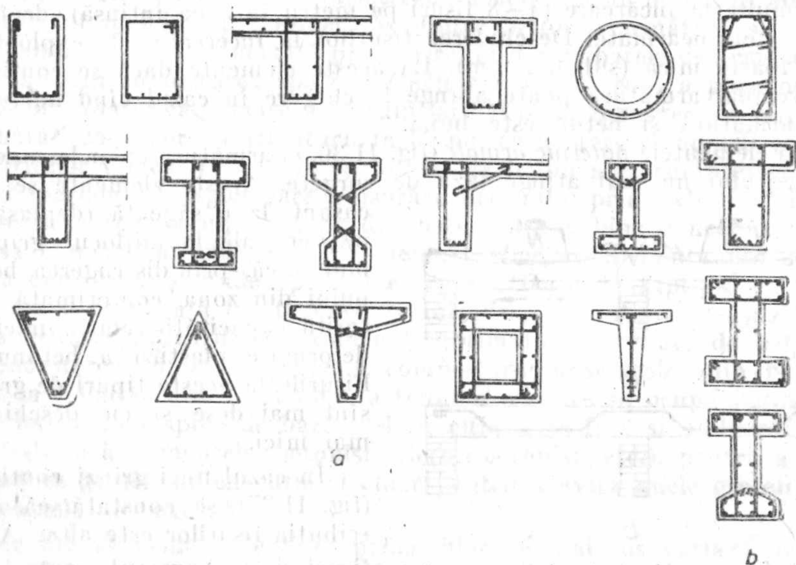


Fig. II.38. Secțiuni de beton armat:
a — încovoiate; *b* — comprimate.

b. **Tipuri de elemente din beton armat.** Elementele din beton armat se clasifică în 3 categorii, după raportul celor 3 dimensiuni de bază: lăţimea a, înălţimea b (grosime), deci elementele secţiunii transversale, şi lungimea l. Astfel se întîlnesc: *blocuri*, *plăci* sau *dale*, *grinzi* şi *stîlpi*.

1) *Blocurile* sînt elemente la care cele 3 dimensiuni a, b şi l nu diferă prea mult. De exemplu, blocuri de fundaţii $1{,}50 \times 2{,}00 \times 0{,}90$ m, blocuri din beton celular mici, blocuri ceramice etc.

2) *Plăcile* sînt elemente la care o dimensiune (grosimea) este mică în raport cu celelalte două; dacă plăcile au dimensiuni mai mici (lăţime şi lungime) se numesc dale; *fîşiile* sînt o formă derivată a plăcilor (de exemplu, fîşii din beton celular autoclavizat de $12 \times 60 \times 250$ cm).

3) *Bara* este un element la care dimensiunile secţiunii transversale a şi b sînt mici în raport cu lungimea.

De tipul barei sînt *grinzile* care sînt aşezate orizontal, suportînd încărcările în această poziţie şi *stîlpii* care suportă încărcări verticale (de exemplu stîlpi de $30 \times 40 \times 350$ cm la o clădire de locuit).

c. **Cerinţele oţelurilor pentru beton armat.** Un oţel pentru a fi utilizat ca armătură trebuie să îndeplinească cîteva calităţi:

1) *O limită de curgere fizică sau convenţională garantată* reprezentînd ca valoare maximum 85% din rezistenţa de rupere.

2) *O geometrie a suprafeţei armăturii (profil periodic realizat direct din laminare)*, care să asigure o bună aderenţă cu betonul, evitînd concentratorii de eforturi unitare şi avînd condiţii bune pentru înnădirea prin sudare.

3) *O plasticitate suficientă* caracterizată printr-o mărime a alungirii la rupere A_{10} mai mare decît 12%, respectiv 14% la A_5. Plasticitatea asigură de asemenea tăierea uşoară la lungime prin mijloace mecanice curente (ştanţe, foarfeci).

4) *O tenacitate bună*, caracterizată prin rezistenţa la îndoire la rece pe dornurile standardizate care permit pe lîngă o îndreptare uşoară (fără ca oţelul să fie supus la eforturi care să-i schimbe structura) şi o fasonabilitate uşoară prin tehnologiile introduse în prezent pe şantiere (îndreptare manuală sau îndreptare la maşini cu viteze mari de lucru care permit mecanizarea lucrărilor).

5) *O bună sudabilitate*, care să asigure sudarea barelor de oţel-beton, cu deplină siguranţă, atît prin sudarea prin presiune (prin puncte şi cap la cap), cît şi la sudarea prin topire (obişnuit cu arc electric) pentru înnădirile efectuate pe şantier la construcţiile monolite şi prefabricate, chiar şi în cazul unor temperaturi mai scăzute ($t = 5°$C). Sudabilitatea

este garantată prin compoziţia chimică, respectiv prin valoarea carbonului echivalent

$$C_{ech} = C + \frac{Mn}{6} \leqslant 0{,}55 \text{ (STAS 7194-79)}.$$

Betonul de asemenea trebuie să aibă caracteristici de rezistenţă şi plasticitate bune care vor fi discutate în capitolele despre betoane.

d. **Armarea elementelor din beton armat (calculul simplu).** Armătura pentru elementele din beton armat încovoiate se determină din valoarea momentului încovoietor. Principiul de calcul este simplu, forţele interioare date de compresiunea din beton şi efortul de întindere din armătură dau un cuplu interior care echilibrează în fiecare secţiune momentul exterior. Armătura reprezintă un anumit procent din secţiunea de beton.

Procentul de armare μ se calculează cu formula :

$$\mu = \frac{\textit{Aria secţiunii totale a armăturii}}{\textit{Aria secţiunii de beton}} \times 100\% \text{ ; sau : } \mu = \frac{100\ A_f}{A_b}$$

în care: A_f este aria secţiunii armăturii, în cm² ;
A_b — aria secţiunii de beton, în cm².

În mod obişnuit, procentele de armare variază de la 0,2 pînă la 2,5%. Dacă cunoaştem procentul de armare se poate determina armătura sau invers, la o armătură dată se poate determina procentul de armare.

Exemplul 3. *La o secţiune de grindă cu dimensiunile $b = 30$ cm şi $h = 50$ cm, avînd un procent de armare $\mu = 0{,}5\%$ să se determine armătura A_f din zona întinsă.*

Aplicăm formula anterioară $\mu = \frac{A_f}{A_b} \times 100$ sau $A_f = \frac{A_b}{100} \times \mu$;

$$A_b = 30 \times 50 = 1\,500 \text{ cm}^2 \text{ ; } A_f = \frac{1\,500 \times 0{,}5}{100} = 7{,}5 \text{ cm}^2.$$

Din tabelul de armături III.3 se găseşte că armătura cerută şi anume 2 Ø 22 care au o secţiune de $2 \times 3{,}80 = 7{,}60$ cm². Această secţiune corespunde deoarece este mai mare decît cea necesară (7,5 cm).

Procentul real de armare este :

$$\mu = \frac{A_f}{A_b} \times 100 = \frac{7{,}6 \times 100}{1\,500} = 0{,}506\%.$$

În afara acestei determinări simpliste pentru calculul secţiunii de beton armat se poate folosi o relaţie de echivalenţă între momentul exterior de rupere $M_{max} = cM$ şi cuplul dat de forţele interioare ; o forţă a cuplului este dată de efortul din armătură $(A_f \cdot R_c)$ şi cealaltă forţă de efortul de compresiune din beton. Braţul cuplului interior $z = \gamma h_0$ se exprimă în funcţie de înălţimea $h_0 = h - a$, putînd fi apreciat la $\approx 0{,}75\ h_0$; în această relaţie h este înălţimea grinzii, iar a — acoperirea de beton (distanţa din

axa armăturii pînă la marginea secţiunii de beton); $\gamma = 0,75$ este un coeficient de calcul al braţului cuplului.

Relaţia de bază pentru calcul este:

$$M_{max} = cM = A_f R_{calc}\, z \text{ sau : } M_{max} = A_f R_{calc} \cdot 0,75\, h_0;$$

unde:

M este momentul exterior care acţionează în secţiune;
c — coeficientul de majorare a încărcărilor;
R_{calc} — rezistenţa de calcul a oţelului OB 37 (21 kN/cm²);
z — braţul de pîrghie al cuplului forţelor interioare.

În consecinţă, aplicînd formulele arătate pentru secţiunea $bh = 30 \times 50$ cm² şi cunoscînd secţiunea armăturii $A_f = 7,5$ cm² putem afla momentul capabil al secţiunii:

$$M_{max} = cM = A_f R_{calc} \times 0,75\, h_0 = 7,5 \times 21 \times 0,75 \times (50 - 2) =$$
$$= 7,5 \times 21 \times 0,75 \times 48;$$

$$M_{max} = 7,5 \times 21 \times 36 = 5\,670 \text{ kN}\cdot\text{cm} \approx 56 \text{ kN}\cdot\text{m}.$$

Deci o grindă astfel armată poate prelua un moment încovoietor $M = M_{max} : c =$ $= 56 : 1,4 = 40$ kN·m, ceea ce înseamnă că o grindă cu deschiderea $l = 4$ m avînd o forţă P la mijloc şi cu secţiunea arătată mai înainte, căreia i se cunoaşte momentul dat de forţa exterioară $M = \frac{P}{2} \times \frac{l}{2} = \frac{Pl}{4} = 40$ kN·m poate suporta o forţă:

$$P = \frac{40 \times 4}{4} = 40 \text{ kN}.$$

2. Realizarea elementelor prefabricate din beton armat

Pentru reducerea timpului de execuţie a construcţiilor s-a trecut la executarea elementelor din beton armat, componente ale unei construcţii, în fabrici de prefabricate unde sînt organizate procese tehnologice de mare productivitate, realizîndu-se elemente cu betoane de mărci superioare, cu precizie de execuţie mult mai bună decît pe şantier. Astfel, şantierul devine un loc de montaj, rolul fierarului betonist fiind mai redus pe şantier. Activitatea fierarului betonist se desfăşoară în atelierele de armături unde de regulă procesele de fabricaţie sînt organizate pe operaţii. Fierarul betonist va utiliza în general utilaje pentru îndreptat, tăiat, fasonat şi sudat prin puncte.

Pe şantier se toarnă elementele foarte grele care nu pot fi transportate (stîlpi de dimensiuni foarte mari cu greutate de 350—400 kN) şi elemente plane de dimensiuni agabaritice care nu pot fi de asemenea transportate pe şosele etc.

a. **Modul de execuţie.** Lucrările de beton armat pot fi executate *monolit*, armătura montîndu-se în cofraje executate pe şantier, *preturnate pe şantier* pentru elementele grele care nu pot fi executate în fabricile de prefabricate sau *elemente de mică serie* (buiandrugi, scări, glafuri etc.) şi elemente prefabricate.

Execuţia pe şantier a elementelor preturnate se face prin organizarea platformei de turnare (lîngă construcţie) care după împrejurări poate fi dotată cu instalaţii de aburire (cînd viteza de construcţie impune o întărire rapidă a elementelor preturnate). Execuţia elementelor în multe privinţe este similară condiţiilor din fabricile de prefabricate.

Execuţia în ateliere sau poligoane de prefabricate este o execuţie centralizată deservind mai multe şantiere, pentru a se asigura productivitatea corespunzătoare. Organizarea în mare a atelierelor sau poligoanelor de prefabricate este în multe privinţe similară cu cea a fabricilor de prefabricate.

Execuţia în fabrici de prefabricate este organizată în ţara noastră pentru elementele din beton armat şi beton precomprimat de mare serie. Se execută produse specializate (stîlpi de energie electrică tip LEA, traverse de cale ferată, tuburi de canalizare precomprimate), panouri mari pentru construcţii de locuinţe, elemente pentru construcţii de hale industriale (grinzi de acoperiş, stîlpi, fundaţii pahar, elemente plane de acoperiş, grinzi de rulare etc.).

Toate elementele astfel executate poartă denumirea generică de *prefabricate din beton armat.*

Caracteristicile principale ale execuţiei prefabricatelor din beton armat sînt următoarele :

1) *Armătura este executată, în mare serie, industrializat.*

2) *Cofrajele sînt de regulă din metal, cu precizie mare de execuţie şi cu grad ridicat de utilizări.*

3) *Operaţiile de turnare a betonului şi vibrare sînt mecanizate.*

4) *Turnarea se poate face cu agregate mecanizate prevăzute cu dozatoare automate.*

5) *Vibrarea se poate face cu mese vibrante, vibratoare de cofrage, vibratoare de suprafaţă şi de profunzime sau prin instalaţii de centrifugare.*

6) *Pentru întărirea rapidă a betonului se pot utiliza cimenturi cu întărire rapidă sau etuvarea, adică menţinerea elementelor timp de 8—24 h într-un spaţiu cu abur saturat, la temperatura de +60°C.*

Pentru betoane uşoare se foloseşte procedeul de *autoclavizare* (temperatura +175°C, presiune +8 at, abur saturat).

Elementele prefabricate pun probleme speciale de transport, depozitare, marcare, montare, verificare, respectare a toleranţelor, precum şi de realizare a îmbinărilor şi asigurarea continuităţii după montare.

b. **Îmbinările elementelor prefabricate.** Pe fierarul betonist care răspunde de realizarea *îmbinărilor umede* (îmbinări realizate de mustăţile de armături aşezate conform proiectului de către fierarul betonist şi betonate cu îngrijire pentru realizarea continuităţii) îl interesează şi modul de montare a prefabricatelor, precum şi starea acestora, deoarece el răspunde de calitatea lucrării executate, care la rîndul ei depinde de condiţiile arătate. Prefabricatele se pot îmbina şi prin aşa-zisele *îmbinări uscate* realizate prin sudarea armăturilor şi plăcuţelor metalice de legătură, fără betonarea îmbinării.

Îmbinările elementelor prefabricate trebuie realizate cu cea mai mare atenţie, pentru a respecta prevederile din proiect cu privire la asigurarea rezemărilor şi rezistenţei la solicitări orizontale din vînt şi în special din cutremure care pot distruge clădirea.

c. **Reguli de montaj al elementelor prefabricate.** De multe ori la şantierele mai mici fierarul betonist trebuie să ajute şi la montaj; de aceea trebuie să cunoască următoarele **reguli de montaj al prefabricatelor:**

1) *Prefabricatele trebuie transportate în poziţie orizontală sau verticală cu mijloace tehnice corespunzătoare, fiind rezemate pe bucăţi de lemn sau alte materiale elastice aşezate pe aceeaşi verticală pentru a evita fisurarea elementelor. Elementele trebuie împănate şi legate de platformă. Aşezarea elementelor trebuie făcută cît mai simetric faţă de axele platformei de transportat.*

Lăţimea şi înălţimea elementelor transportate pe calea ferată şi şosele trebuie să se încadreze în gabaritele permise.

2) *Depozitarea se face în stive cu rezemări elastice pe aceeaşi verticală şi cu înălţimea în jur de 2,50 m, în cazul în care nu se poate face montarea direct din mijlocul de transport.*

3) *Toate elementele înainte de montare se verifică dacă nu au fost deteriorate şi fisurate în timpul transportului. Se admit numai fisuri fine din contracţie. Se verifică toate dimensiunile acestora.*

4) *Înainte de montare se verifică toate cotele fundaţiei, axele, se curăţă paharele fundaţiilor şi se completează din timp cu mortar pînă la cota din proiect.*

5) *Se pregătesc suprafeţele de rezemare prin curăţiri şi se verifică cotele de rezemare; suprafeţele de rezemare se pot de asemenea marca.*

6) *Se acordă cea mai mare atenţie sistemelor de prindere, verificîndu-se dacă acestea pot prelua greutatea elementului, prinderea trebuie astfel*

făcută ca elementul să nu balanseze în timpul montării. Se va evita montarea pe vînt puternic.

7) *Urechile de prindere și găurile de trecere a cablului sînt lăsate în elementele prefabricate încă din timpul turnării.*

8) *Prinderea se face prin urechi, găuri lăsate sau prin înfășurare de cablu.*

9) *După montare elementele sînt fixate prin pene, tiranți etc. Apoi se verifică poziția la cotă a elementelor după așezare, verificîndu-se dacă nu sînt depășite toleranțele admise.*

Desigur, aceste indicații sînt cu caracter general, întrucît fiecare element, în special cele de mari dimensiuni, pune probleme speciale care se rezolvă conform proiectului de montaj primit de șantier. sau întocmit de șeful de șantier.

3. Principii de realizare a elementelor din beton precomprimat

Pentru a se utiliza cît mai eficient calitățile de bază ale betonului, și anume rezistența lui foarte bună la compresiune, s-a trecut la folosirea betonului armat, la care simplist se poate raționa, că jumătate de secțiune lucrează la preluarea eforturilor interioare de compresiune și jumătate (partea întinsă) este înlocuită prin armătura care poate prelua eforturile de întindere (fig. II.39, *b*). La secțiunile din beton armat aportul betonului la preluarea eforturilor de întindere este redus.

De aceea a apărut ideea ca și această parte să fie comprimată printr-o armătură înainte de a încărca grinda, iar la exploatare se va întinde zona astfel comprimată (precomprimată) fără ca aceasta să ajungă a provoca eforturi efective de întindere în beton.

Mecanismul acesta ingenios se va arăta în continuare.

Aplicarea acestei idei simple se poate spune că a revoluționat tehnica betonului armat dînd naștere tehnicii betonului precomprimat, ajungîndu-se să se realizeze elemente foarte ușoare în raport cu cele de beton armat.

Avantajele elementelor din beton precomprimat sînt :

1) *Secțiunile elementelor sînt mai reduse deoarece zona întinsă poate să lucreze la compresiune, deci elementele sînt mai ușoare.*

2) *Consumul de oțel este redus prin folosirea oțelurilor de înaltă rezistență pentru beton precomprimat.*

3) *Eforturile cele mai mari în beton și armătură se realizează, de regulă, în momentul precomprimării, de aceea precomprimarea este considerată o încărcare de probă, încărcarea de exploatare descărcînd pînă la o anumită limită grinda.*

4) *Secțiunea fiind permanent comprimată, în elementele din beton precomprimat nu apar fisuri.*

5) *Eforturile de întindere din zona capetelor (unde sînt forțe tăietoare mari) sînt preluate de regulă prin traseul curb al armăturilor.*

6) *Datorită faptului că elementele lucrează practic fără fisuri se poate vorbi de o comportare bună la coroziune și la oboseală (nu sînt puncte de atac pentru coroziune și nici zone cu concentrări de tensiuni).*

Pentru a putea realiza elemente din beton precomprimat sînt necesare oțeluri de înaltă rezistență, cu limita de curgere de 4—6 ori mai mare decît cea a oțelurilor moi.

O parte din efortul de preîntindere din elementele din beton precomprimat se consumă prin pierderi (lunecările și deformațiile locale din ancoraje, scurtarea betonului precomprimat, dilatările din timpul tratamentului termic de aburire, relaxarea armăturii etc.).

a. **Principiul precomprimării elementelor din beton.** Din cele arătate rezultă că în secțiunile de beton precomprimat se comprimă betonul prin intermediul unei armături puternice pretensionate. În figura II.39 se arată modificarea eforturilor unitare din secțiune astfel:

1) *La secțiunea de beton simplu încovoiată se consideră ca active forțele de compresiune de pe partea de sus comprimată (ABEF) unde eforturile unitare de compresiune sînt maxime în fibra extremă și nule în axa neutră (fig. II.39, a).*

2) *La secțiunea de beton armat (fig. II.39, b) în porțiunea întinsă s-au introdus bare de armătură ce preiau întinderea din zona întinsă. Aceste bare ajută ca secțiunea în întregime să reziste, însă partea întinsă a secțiunii de beton se deformează și fisurează (dacă nu a fost în prealabil comprimată).*

3) *La secțiunea de beton precomprimat se introduce prin intermediul armăturilor o compresiune mai puternică în zona întinsă (fig. II.39, c). Volumul eforturilor unitare de compresiune rezultat din această comprimare este arătat pe figură.*

4) *Dacă la secțiunea de beton precomprimat (fig. II.39, c) se suprapun eforturile unitare ale elementului încovoiat (fig. II.39, d), atunci întregul volum de eforturi unitare se echilibrează prin mărirea părții comprimate și reducerea părții întinse cu volumul eforturilor unitare de întindere.*

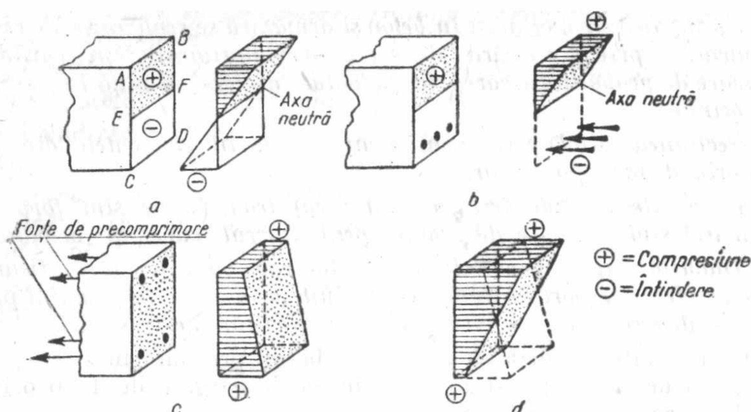


Fig. II.39. Diagrama solicitărilor în grinzi de diferite alcătuiri:
a — grindă de beton simplu (caz teoretic) ; b — grindă de beton armat ; c — grindă de beton precomprimat, neîncărcată ; d — diagrama solicitărilor unei secțiuni a grinzii de beton precomprimat, încărcată.

b. Procedee de realizare a precomprimării. Sînt două procedee de realizare a elementelor din beton precomprimat (fig. II.40):

— *procedeul cu armătura preîntinsă* la care întîi se **întinde armă**tura pe un stand, după care se toarnă elementul ;

— *procedeul cu armătura postîntinsă* la care întîi se execută **elementul**, apoi se întinde armătura (care este introdusă prin găuri **lăsate în ele**mentul de beton sau a fost protejată în timpul **turnării prin teci de** protecție).

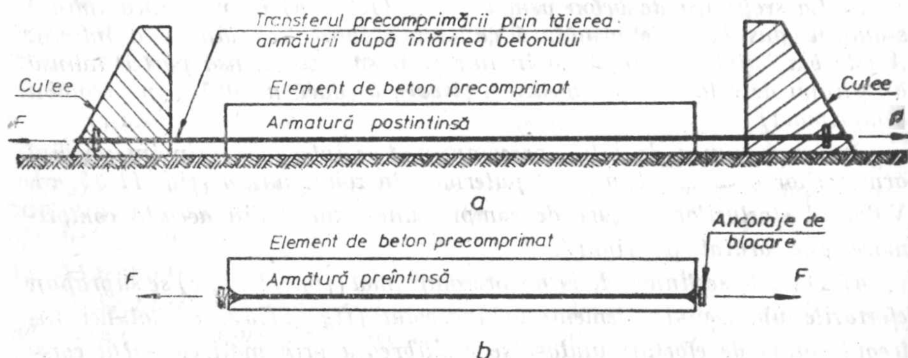


Fig. II.40. Tehnologii de precomprimare:
a — prin preîntinderea armăturii ; b — prin postîntinderea armăturii.

La procedeul cu armătura preîntinsă etapele de precomprimare sînt următoarele :

1) *Ancorarea și întinderea armăturii între punctele fixe ale standului numite culei; oțelul alungindu-se pînă la o valoare controlabilă* $\Delta l = \varepsilon l = \frac{R}{E} l$ *conform subcap. II, D (pentru standul cu lungimea* $l = 50$ *m oțelul întins la rezistența de 100 kN/cm² avînd modulul de elasticitate* $E = 20\,000$ *kN/cm² se obține alungirea :*

$$\Delta l = \frac{100}{20\,000} \times 5\,000 = 25 \text{ cm}).$$

2) *Se montează apoi cofrajele prin care trece armătura întinsă între culei și se toarnă betonul.*

3) *Se lasă betonul să se întărească și să adere de beton.*

4) *Se taie armătura la capete după care armătura acționează asupra grinzii precomprimînd-o. Sub acțiunea forței de precomprimare grinda se scurtează. Operația aceasta se numește transferul forței de la culee la grindă.*

Între lungirea oțelului și rezistența lui este o legătură directă; deci dacă grinda se scurtează și lungirea inițială a oțelului întins între culei se micșorează, în consecință și rezistența oțelului se reduce. Lungirea oțelului se mai reduce și din alte cauze denumite pierderi (scăpări din bacuri în timpul pretensionării, deformarea betonului comprimat în timp, precum și scăderea în timp a rezistenței oțelului denumită relaxarea armăturii).

Desigur această scurtare reprezintă un procent din lungirea inițială a oțelului și în consecință în armătură acționează o forță puternică.

Lungirea inițială se calculează ținînd seama de toate aceste pierderi din care unele sînt de natură tehnologică (scăpările din bacuri) și altele sînt legate de comportarea sub tensiune în timp a betonului și armăturii.

Transmiterea efortului de precomprimare la grindă sau element se face prin intermediul aderenței dintre armătură și betonul întărit.

De aceea, pe de o parte pentru armătură se cere ca ea să aibă un profil periodic pentru a asigura încleștarea în beton (fire împletite, toroane, oțeluri cu profil periodic tip PC, sîrme ovale cu profil periodic etc.), iar pe de altă parte, la transfer betonul să aibă rezistențe mari (pentru reducerea timpului de întărire se folosesc cimenturi cu rezistențe inițiale mari).

La procedeul cu armătura postîntinsă etapele de precomprimare sînt următoarele :

1) *Se pregătesc fasciculele de armături care se montează în cofraje înainte de turnarea betonului în teci elastice (sau se introduc ulterior în canale gata executate în beton). Tecile se reazemă la distanțe relativ mici pentru păstrarea liniarității fasciculului.*

2) *Se toarnă betonul și se lasă să se întărească și să se consume cea mai mare parte din contracția sa.*

3) *Se trece la întinderea armăturii care se mișcă liber în teci, desfăcîndu-se sîrmele care leagă fasciculul, se îndepărtează rozetele de distanțare, după care se introduc fasciculele în elementele de ancoraj iar apoi acestea se blochează în presă.*

Întinderea armăturii se efectuează dintr-o parte sau din ambele părți, în trepte, cu ajutorul preselor.

4) *Se blochează (prin presă) armăturile în ancorajele care vor rămîne în capul elementului precomprimat.*

5) *Se deblochează capetele armăturilor din presă și se degajează presele (astfel se face transferul forțelor de precomprimare direct prin intermediul armăturii).*

6) *După transfer capetele armăturilor se taie și se evazează protejîndu-se prin înglobare în beton.*

7) *Se efectuează injectarea (de regulă prin golul din conul de blocaj), cu lapte de ciment prin pompe speciale, pentru protejarea armăturii contra coroziunii și realizarea în plus a aderenței armăturii cu betonul.*

Variante ale procedeului de postîntindere sînt și procedeele de precomprimare prin înfășurare a tuburilor și rezervoarelor. Rezervoarele monolite sau prefabricate se precomprimă prin înfășurare continuă de la bază pînă la partea superioară cu o sîrmă pentru beton precomprimat care este menținută sub tensiune și înfășurată de către o mașină specială așa cum sînt strînse doagele unui butoi.

Elementele de beton precomprimat sînt deci armate cu armătura de precomprimare denumită *armătura de pretensionare* care realizează forța de precomprimare și care se așază în zona întinsă a grinzilor, iar spre capete poate să fie depuse și după un traseu curb pentru a prelua forțele de la capete care acționează ca forțe de tăiere (forfecare), denumite și forțe tăietoare. În afară de armătura de pretensionare elementele de beton precomprimat se armează și cu armătura obișnuită denumită în acest caz *armătura nepretensionată.*

c. Cerințele oțelurilor pentru beton precomprimat. Oțelurile pentru beton precomprimat pentru a fi utilizate ca armături trebuie să aibă calități speciale :

1) *Oțelurile trebuie să aibă rezistența la rupere și limita de curgere ridicate pentru a asigura pretensionarea armăturii la un așa-zis efort de*

control cît mai ridicat pentru ca după consumarea pierderilor să rămînă un efort, în faza finală, capabil să efectueze precomprimarea.

Astfel o sîrmă SBPI∅5 cu rezistența de rupere de 1 690 N/mm², se întinde la 0,75 din rezistența de rupere, iar după consumarea pierderilor ajunge puțin mai mare de 0,55 din rezistența de rupere, adică în jur de 900 N/mm² rămînînd aproximativ de 4 ori mai mare decît rezistența cu care se calculează oțelul OB 37 (2 100 daN/cm²).

2) *Oțelurile pentru beton precomprimat trebuie să aibă caracteristici de elasticitate ridicate: limita de curgere trebuie să aibă 85% din rezistența la rupere și modulul de elasticitate în jur de 200 kN/mm².*

3) *Întrucît oțelurile sînt deformate (alungite) foarte mult în procesul de preîntindere ele trebuie să aibă o plasticitate foarte bună; de aceea li se cere să aibă alungire mare pentru a nu se rupe în timpul preîntinderii sau în timpul exploatării.*

4) *Diferite tehnologii de precomprimare impun ca oțelurile să fie îndoite la diferite unghiuri sau chiar îndoite alternat sau răsucite concomitent cu întinderea (tracțiunea); de aceea oțelurilor li se cere o bună tenacitate caracterizată printr-un număr de îndoiri alternate efectuate pe un anumit dorn și rezistență la un anumit număr de răsuciri care să nu conducă la reducerea rezistenței la tracțiune.*

5) *Pentru elementele cu armătura preîntinsă pe stand li se cere armăturilor să aibă o anumită geometrie a suprafeței pentru autoancorare în beton pe o lungime cît mai mică (lungimea de la capătul elementului pînă în punctul unde armătura este ancorată complet la efortul din armătură).*

6) *Elementele din beton precomprimat (cum sînt grinzile de rulare ale podurilor rulante, fundațiile etc.) sînt supuse și la încărcări repetate care pot produce obosirea materialului (oțel și beton) și în consecință armătura trebuie să reziste și la astfel de solicitări.*

7) *Modul de livrare (mărimea și greutatea colacilor, modul de derulare de pe colac) trebuie să satisfacă mai multe cerințe, din care se menționează: ca după derulare să nu se constate modificarea caracteristicilor de elasticitate, rezistență și plasticitate ale oțelului, să poată fi manipulat și transportat în condiții normale, să asigure mecanizarea operațiilor de fasonare și preîntindere pentru toate tehnologiile și să nu necesite operații suplimentare pe șantier ca îndreptare, întindere sub tensiune (calibrare etc.). Colacii trebuie să aibă greutăți mari pentru a se reduce pierderile pe șantier, dar să poată fi manipulați cu mijloacele existente pe șantier.*

8) *Oțelurilor li se mai cere o bună rezistență la coroziune atît în timpul transportului și depozitării, cît și după punerea în operă.*

9) *Pentru anumite tehnologii de precomprimare se cer anumite condiții specifice cu posibilitatea formării la rece sau la cald a capetelor de ancorare, posibilitatea de filetare a capetelor barelor prin rolare — presare,*

înnădirea prin sudare, prin presiune (la mașini de sudat cap la cap pentru bare) și prin topire (cu arc electric), fără ca să se modifice caracteristicile fizico-mecanice la temperaturi pînă la 400...500°C.

De asemenea, pentru a nu aluneca din ancorare li se cere o anumită duritate a suprafeței.

10) *Deoarece se folosesc de regulă fascicule de bare, caracteristicile mecanice ale acestora trebuie să fie cît mai omogene (să nu difere prea mult de la o armătură la alta).*

d. **Armarea elementelor din beton precomprimat.** Pentru a afla numărul aproximativ de armături într-o secțiune de beton precomprimat, înainte de a face un calcul exact se poate folosi **relația de armare a secțiunilor de beton armat :**

$$M_{max} = 0{,}8\ A_f \cdot m_p R_{calc} z$$

unde : m_p este un coeficient pentru armătura preîntinsă ($m_p = 0{,}90$) ;
R_{calc} — rezistența de calcul a armăturii pentru beton precomprimat ;
$z = \gamma h_0$ în care γ este brațul de pîrghie ($\gamma = 0{,}75$).

Exemplul 4. *Un element de acoperiș tip T din beton precomprimat avînd deschiderea de 18 m, lățimea tălpii de 2 m și înălțimea de 1 m = 100 cm, se precomprimă cu toroane TBP 12, iar placa se armează cu armătură nepretensionată din plase sudate din sîrmă STM și oțel OB 37. Grinda se armează cu armătura pretensionată tip TBP 12.*

Pentru determinarea armăturii nepretensionate din placă, aceasta se consideră că lucrează ca console încastrate în grindă de o parte și de cealaltă a grinzii și se armează la fel ca elemntele de beton armat.

Armătura pretensionată pentru un moment maxim de exemplu $M_{max} = 450$ kN·m respectiv $M_{max} = 45\,000$ kN·cm, pe care trebuie să îl suporte grinda T cu înălțimea de 1 m = 100 cm, avînd un braț de pîrghie $z = \gamma h_0 = 0{,}75 \times 100 = 75$ cm, se calculează din relația :

$$M_{max} = 0{,}8\ A_f m_p R_{calc}\, z\ ;$$

$$A_f = \frac{M_{max}}{0{,}8\, m_p\, R_{calc}\, z} = \frac{45\,000}{0{,}8 \times 0{,}9 \times 136 \times 75} = 6{,}13\ \text{cm}^2.$$

Aria unui toron TBP 12 este 0,895 cm². Rezultă pentru acoperirea secțiunii calculate, un număr de 7 toroane.

$A_f = 7 \times 0{,}895 = 6{,}26$ cm² care are o arie mai mare decît 6,13 cm² cît a ieșit din calcul.

Rezistența de calcul a toronului este de 136 kN/cm².

Forța de întindere a unui toron este :

$$F_{tor} = 0{,}895 \times 136 = 122\ \text{kN}.$$

Forța totală de întindere este :

$$F_{total} = 7 \times 122 = 854\ \text{kN}.$$

După consumarea pierderilor, efortul unitar din toron va ajunge la aproximativ 100 kN/cm² și astfel forța efectivă de precomprimare va rezulta :

$$F_{ef} = 7 \times 0{,}895 \times 100 = 623\ \text{kN}.$$

F. VERIFICAREA CALITĂŢII LUCRĂRILOR DIN BETON ARMAT

Verificarea calităţii lucrărilor se face în scopul stabilirii corespondenţei dintre modul de execuţie şi prevederile din proiect şi a prescripţiilor tehnice care reglementează calitatea.

Dispoziţiile de şantier date de beneficiar şi proiectant — cu respectarea prevederilor legale — au aceeaşi putere ca şi proiectul de execuţie.

Verificările se efectuează pe tot parcursul lucrărilor la încheierea unei faze şi la recepţia preliminară.

În general, verificarea se face prin :

1) *Măsurări de dimensiuni ale elementelor şi sortimentelor de armături folosite.*

2) *Existenţa documentelor de atestare a calităţii materialelor şi prefabricatelor şi a proceselor-verbale de lucrări ascunse.*

3) *Efectuarea încercărilor şi probelor prevăzute în standardele şi normele pentru materiale şi prefabricate, precum şi a prevederilor speciale din proiectele de execuţie.*

4) *Pentru lucrările de armături interesează în special verificările pe parcursul lucrărilor şi verificările pe faze.*

5) *Înainte de punerea în operă a betonului şi armăturilor este necesar să se facă verificările prevăzute în STAS 1799-79 şi Normativul C. 21-85 şi STAS 6657/1-82. Astfel :* toate armăturile de orice fel, inclusiv cele care urmează a fi pretensionate, precum şi toate piesele înglobate, tecile, ancorajele se verifică bucată cu bucată înaintea începerii betonării. Verificarea se face din punctul de vedere al poziţiei, formei, diametrului, lungimii, distanţelor şi din punctul de vedere al calităţii legăturilor şi dispozitivelor de menţinere a poziţiei în tot timpul betonării şi compactării betonului.

6) *În cazurile în care armăturile sau piesele înglobate comportă înnădiri sau îmbinări sudate, se vor efectua în plus verificările prescrise în Instrucţiunile tehnice pentru execuţia prin sudare electrică a îmbinărilor şi înnădirilor la armăturile din oţel-beton, C.28-83. Betonarea nu va putea începe decît numai după ce au fost verificate şi consemnate de către conducătorul tehnic al lucării şi reprezentantul beneficiarului printr-un proces-verbal de lucrări ascunse, şi anume :*

— au fost montate toate armăturile şi piesele înglobate conform prevederilor din proiect privind calitatea, dimensiunile, poziţiile armă-

turilor și a înnădirilor (existența distanțierilor, călăreților și a fixatoarelor speciale), precum și faptul că abaterile la lungimi și poziție nu depășesc toleranțele admise de lungimi și acoperiri cu beton ;

— cofrajele care au dimensiunile prevăzute în proiect sînt suficient de robuste și ancorate pentru a prelua împingerile betonului proaspăt ;

— cofrajele și elementele de construcții adiacente au fost curățite și corect pregătite.

Procesele-verbale de lucrări ascunse se fac pe etape de betonare și tronsoane ; valabilitatea proceselor-verbale sînt limitate la 7 zile ; dacă în acest timp nu s-au făcut betonările, se refac verificările.

Pentru lucrările de beton precomprimat se vor efectua în plus verificările prescrise în Normativul C. 21-85 și se vor completa fișele de precomprimare și înregistrările respective.

La execuția prefabricatelor se va verifica vizual bucată cu bucată :

1) *Calitatea oțelurilor folosite pentru armarea elementelor.*

2) *Calitatea sudurilor la sudurile prin puncte a plaselor și carcaselor sudate, precum și calitatea înnădirilor executate prin sudură.*

3) *Poziționarea armăturilor (existența distanțierilor, călăreților și fixatoarelor speciale).*

4) *Dimensiunile și forma tiparelor.*

5) *Existența golurilor și detaliilor (mustăți, urechi etc.).*

La betonare se va verifica dozarea componentelor, caracteristicile betonului proaspăt, tehnologia de turnare și compactare fără schimbarea poziției armăturilor, tratamentul termic etc.

Defectele vor fi stabilite de organele de control și ele vor fi rectificate și prezentate din nou la controlul acestora.

După decofrarea elementelor din beton, inclusiv a îmbinărilor elementelor prefabricate, se va proceda la efectuarea următoarelor verificări :

1) *Aspectul elementelor finite și dimensiunile (lungimi, lățimi, grosimi, înclinarea muchiilor, fețelor etc.).*

2) *Verificarea toleranțelor la dimensiuni.*

3) *Apariția de defecte (ruperi, știrbituri, segregări și lipsuri de secțiune vizibile, fisuri, spărturi în beton efectuate după întărirea lui indiferent în ce scop, inclusiv pentru instalații).*

4) *Pentru prefabricatele din beton se verifică și modul de depozitare, transport și manipulare, precum și rezistența lor la încercările de probă.*

5) *De asemenea, la montarea lor se va verifica respectarea condițiilor de îmbinare, rezemare și montaj conform proiectului.*

La depozitarea armăturilor, cimenturilor, prefabricatelor etc. se vor verifica dacă sînt respectate condițiile specifice fiecărui material prevăzute în norme privind :

1) *Protecția contra intemperiilor (în special la ciment și armăturile pentru beton precomprimat).*

2) *Condițiile de rezemare.*

3) *Numărul maxim de elemente suprapuse.*

4) *Măsurile speciale de protecție contra umidității și altor agenți agresivi (după cum se vor specifica la fiecare material).*

5) *Verificarea oțelurilor de armături se va face pe baza standardelor de produse ale acestor oțeluri : STAS 438/1-80 pentru armăturile betonului armat și STAS 6482/1-80 pentru armăturile betonului precomprimat. Verificarea se face pe baza certificatelor de calitate eliberate de producător sau, în lipsa acestora, prin încercări de control efectuate în conformitate cu prevederile în vigoare (STAS 6657/1-82). Se recomandă pentru cazuri speciale, ținînd seama de importanța elementului prefabricat sau a construcției, să se prevadă obligativitatea verificării caracteristicilor fizico-mecanice ale oțelului-beton la fiecare lot aprovizionat, independent de existența certificatelor de calitate (STAS 6657/1-82).*

6) *Verificarea sudurilor plaselor sudate prin puncte și a celorlalte suduri se face conform Instrucțiunilor tehnice C. 28-83.*

7) *Verificările calității elementelor componente ale betonului (ciment agregate, apă, adaosuri) se va face conform prescripțiilor speciale pentru aceste materiale (STAS 1797-79).*

8) *Toți executanții de lucrări (muncitori, maiștri, ingineri) trebuie să cunoască prevederea că este cu desăvîrșire interzis a se proceda la executarea de lucrări care să înglobeze sau să ascundă defecte sau abateri neadmise.*

Capitolul III

OŢELURI PENTRU ARMAREA CONSTRUCŢIILOR DIN BETON ARMAT ŞI BETON PRECOMPRIMAT ŞI MATERIALE AUXILIARE

—

A. OŢELURI PENTRU CONSTRUCŢIILE DIN BETON ARMAT

Cerinţele unor oţeluri pentru armarea construcţiilor din beton armat şi din beton precomprimat au fost arătate la cap. II. Pe măsura dezvoltării siderurgiei noastre, constructorilor li se pun la dispoziţie noi tipuri de oţeluri cu caracteristici superioare.

Tendinţa actuală este de a se utiliza oţeluri cu caracteristici de rezistenţă cît mai înalte pentru a se face economie la oţel. Deoarece este cunoscut că utilizînd un oţel cu limita de curgere de 400 N/mm² în loc de un oţel cu limita de curgere de 200 N/mm² se poate folosi teoretic pînă la jumătate din cantitatea de oţel. Practic, această economie este mai mică datorită faptului că elementelor li se impun şi alte condiţii : să nu aibă o deschidere de fisuri mai mare decît cea permisă, să nu depăşească o anumită săgeată etc. fapt care reduce eficienţa utilizării oţelurilor superioare ; totuşi, folosirea lor aduce ţării anual economii de zeci de mii de tone de oţel-beton şi de aceea conducerea de partid şi de stat urmăreşte sistematic extinderea utilizării oţelurilor superioare. Totodată există preocuparea ca numărul tipurilor de oţel să se reducă pentru a uşura livrarea şi aprovizionarea cu oţeluri.

1. Tipuri de oțeluri pentru beton armat

Pentru armarea elementelor de beton armat se utilizează:

1) *Oțel-beton laminat la cald cu profil neted sau profil periodic* (STAS 438/1-80).

2) *Sîrma trasă pentru beton armat cu suprafața netedă sau cu suprafața profilată* (STAS 438/2-80).

3) *Sîrma moale de legat* (STAS 889-76).

4) *Bioțelul* (conform normei interne de întreprindere N.I.Î. nr. 1979/4.II.1973 a Centralei de Construcții Montaj București (C.P.M.B.).

5) *Plase sudate uzinate pentru beton armat* (conform catalogului de plase sudate pentru armarea betonului fabricate de Întreprinderea de Sîrme și Produse din Sîrme (I.S.P.S.) — Buzău și puse de acord cu proiectele tip și STAS 438/3-80).

2. Domeniile de utilizare a oțelurilor pentru beton armat

Prin domenii de utilizare se înțelege destinația armăturilor în funcție de tipul elementului de armare și de rolul armăturii în element (tabelul III.1).

Simbolurile folosite pentru mărcile de oțel sînt următoarele:

OB — oțel (O)-beton (B).

PC — oțel cu profil periodic (P) laminat la cald (C).

STNB — sîrmă (S), trasă (T), netedă (N) pentru beton (B).

STPB — sîrmă (S), trasă (T), profilată (P) pentru beton (B).

STR — sîrmă (S), trasă (T), recoaptă (R) care devine moale prin încălzire (recoacere).

Bioțelul (bi) este un oțel-beton realizat din două sîrme care se sudează sub formă de scăriță.

La plase sudate simbolurile au următoarea semnificație (conform catalogului I.S.P.S. — Buzău și STAS 438/3-80):

G — plase sudate tipizate „de uz general",

L — plase sudate tipizate „de listă";

N — plase sudate „normalizate";

Q — plase sudate cu ochiuri pătrate;

R — plase sudate cu ochiuri dreptunghiulare.

Tabelul III.1. **Oțeluri-beton pentru beton armat**

Tipul de oțel (marca)	Clasa*)	Profilul	Prescripția după care se livrează	Sortimentul (diametre)	Domeniul de utilizare	Producătorul
OB 37	Clasa I	Neted	STAS 438/1-80	6—40 mm	Elemente de rezistență din beton armat	Combinatul siderurgic Hunedoara (C.S.H.) + Întreprinderea Metalurgică „Grivița Roșie“ București + Întreprinderea „Oțelul Roșu“
PC 52	Clasa III	Profil periodic		6—40 mm		
PC 60	Clasa III			6—40 mm		
PC 90	Clasa IV		Standard de ramură STR 531-83	10—28 mm	Beton precomprimat	C.S.H.
STNB	Clasa III Sîrmă trasă (tare)	Netedă	STAS 438/2-80	3—10 mm	Pentru etrieri, plase și carcase sudate	I.S.P.S.-Buzău + Combinatul Metalurgic Cîmpia Turzii (C.M.C.T.)
STPB		Profilată		3—10 mm		
Bioțelul	Clasa III Sîrmă sudată cu scăriță	Cu scăriță	N.I.Î. nr. 1979/ 4.II.1973	bi 31 bi 69	Armare de silozuri și alte elemente	C.P.M.B.-Centrala Construcții-Montaj
Plase sudate	Clasa III Sîrme netede în plase	Plase sudate	Catalog I.S.P.S.-Buzău STAS 438/3-80	3—10 mm plase tip G, L**), N, Q, R	Elemente plane monolite și prefabricate	I.S.P.S-Buzău

*) Conform standardelor internaționale.
**) Puse de acord în anul 1983 cu proiectele tip I.P.C.T.

Cifrele care însoțesc simbolurile reprezintă :
1) *La oțelurile-beton laminate la cald, rezistența la rupere, în daN/mm².*
2) *La biofel, diametrul barei, în zecimi de milimetru.*
3) *La plase sudate, aria secțiunii barelor longitudinale, în mm²/m.*
Exemplele de notare se vor indica pe tipuri de oțeluri.

3. Oțeluri-beton laminate la cald

Livrarea oțelurilor-beton laminate la cald este reglementată prin STAS 438/1-80. *Oțel-beton laminat la cald.*

În tabelul III.1 s-au indicat domeniile de utilizare.

Notarea oțelurilor pe planuri se face prin: indicarea produsului, diametrul notat cu simbolul ∅, tipul de oțel-beton conform tabelului III.1 și numărul standardului. Astfel: oțel-beton ∅ 16 OB 37-STAS 438/1-80 oțel-beton ∅ 20 PC 52-STAS 438/1-80.

Din punctul de vedere al compoziției chimice, oțelurile-beton se clasifică în :
— *oțeluri-carbon obișnuite :* OB 37 ;
— *oțeluri slab aliate :* PC 52 ; PC 60 ; PC 90.

Oțelurile-carbon obișnuite sînt oțeluri mai ușor fasonabile, cu o bună sudabilitate deoarece au un conținut redus de carbon și nu au elemente de aliere.

Oțelurile slab aliate sînt oțeluri semidure, cu grad de fasonabilitate mediu, sudabil cu anumiți electrozi și în limitele anumitor parametri ; sînt slab aliate cu mangan și siliciu care le conferă o rezistență mai ridicată, dar și o plasticitate mai redusă avînd o alungire la rupere mai mică.

a. **Caracteristicile mecanice și dimensiunile oțelurilor laminate la cald** (STAS 438/1-80 și tabelul III.2). Caracteristicile mecanice ale oțelurilor se determină prin încercarea la tracțiune statică sau la încercări ciclice de oboseală. Încercarea la tracțiune pentru determinarea caracteristicilor mecanice se efectuează pe epruvete de aproximativ 500 mm, tăiate din bare sau din colaci.

Aspectul diagramei rezistență R — alungire specifică ε sau deformație Δl este arătat în figura III.1, din care se constată că față de oțelul OB 37 care are o limită de curgere marcată printr-un palier de curgere și o alungire la rupere mare, oțelurile tip PC au numai limita de curgere convențională $R_{p0,2}$ și alungiri la rupere cu atît mai mici, cu cît rezistențele la rupere sînt mai ridicate.

Din analiza tabelului III.2 se constată că limita de curgere și alungirea la rupere variază pe grupe de diametre. La diametrele mici, dato-

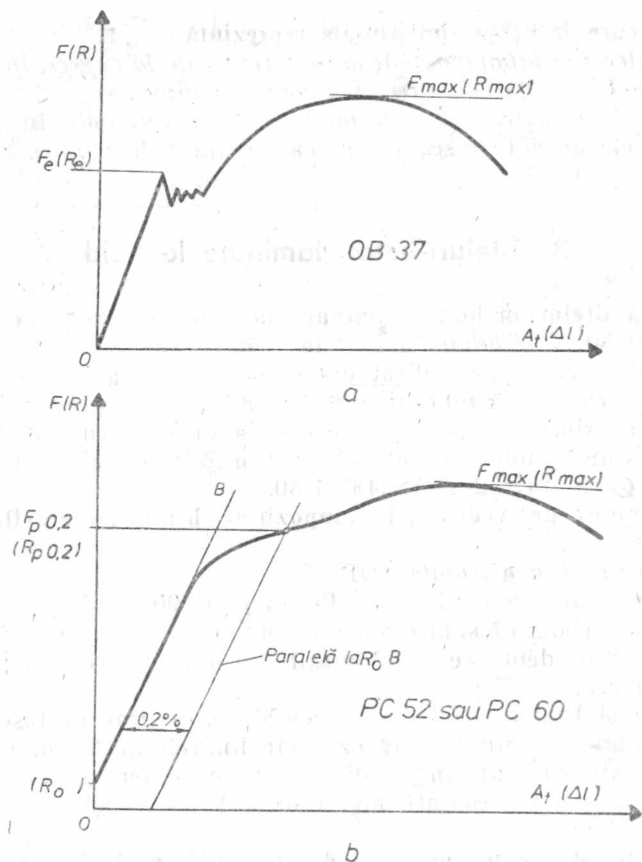


Fig. III.1. Diagrame efort — deformație (alungire specifică) a oțelurilor : *a* — OB 37 ; *b* — PC 52 sau PC 60.

rită întăririi oțelului (ecruisării) prin trecerea succesivă prin laminor, limita de curgere este mai ridicată, în schimb se micșorează alungirea la rupere.

După cum se vede în tabelul III.2 rezistențele sînt date atît în sistemul internațional de unități (SI) adică în newton pe milimetru pătrat (N/mm^2), cît și în kilograme forță pe mm^2 (kgf/mm^2). Alungirea la rupere se măsoară pe o porțiune egală marcată cu de 5 ori diametrul barei care se încearcă, simbolizată cu A_5, în %.

Oțelul-beton neted OB 37. Dimensiunile oțelului-beton neted OB 37 sînt date în tabelul III.3.

Tabelul III.2. **Caracteristicile mecanice ale oțelurilor-beton**

Marca oțelului-beton	Diametrul nominal d mm	Încercarea la tracțiune[1]			Încercarea la îndoire la rece	
		Limita de curgere R_e sau $R_{p\,0,2}$ N/mm² (kgf/mm²)	Rezistența la rupere R_m N/mm² (kgf/mm²) min.	Alungirea A_5 *min* %	Unghiul de îndoire α	Diametrul dornului D
OB 37	6–12 14–40	255 (26) 235 (24)	360 (37)	25	180°	0,5 d[3]
PC 52	6–14 16–28 32–40 peste 40	355 (36)[2] 345 (35) 335 (35) 325 (33)[4]	510 (52)	20	180°	3 d
PC 60[5]	6–40	410 (42)	590 (60)	16	180°	3 d
PC 90	10–28	590 (60)	890 (90)	8	90°	4 d

[1] Caracteristicile mecanice (rezistența la tracțiune) se determină pe aria secțiunii nominale.

[2] La oțelurile tip PC la care limita de curgere aparentă R_e nu este evidențiată la încercarea la tracțiune, se determină limita de curgere convențională (tehnică) $R_{p0,2}$ conform STAS 200-75 și STAS 6605-83.

[3] La oțelul OB 37 cu diametrul> de 28 mm se admite ca diametrul dornului să fie de 1d pentru încercarea de îndoire la rece.

[4] Caracteristicile mecanice ale oțelului PC 52>40 d se stabilesc prin contract.

[5] Pentru centrale nucleare se livrează oțelul PC 60N cu caracteristici sporite.

Tabelul III.3. **Dimensiunile și abaterile limită ale oțelului-beton neted OB 37**

Diametrul nominal d mm	Abaterea limită mm	Aria secțiunii nominale cm²	Perimetrul corespunzător diametrului nominal cm	Masa corespunzătoare diametrului nominal kg/m
6 7 8	±0,3	0,283 0,385 0,503	1,88 2,20 2,51	0,222 0,302 0,395
10 12 14 16 18 20	+0,3 −0,5	0,785 1,130 1,540 2,010 2,540 3,140	3,14 3,77 4,40 5,05 5,65 6,28	0,617 0,888 1,210 1,580 1,990 2,470
22 25 28 32	+0,5 −0,8	3,800 4,910 6,160 8,040	6,91 7,85 8,80 10,10	2,980 3,850 4,840 6,310
36 40	±0,8	10,200 12,600	11,30 12,60	7,990 9,860

Observație: Ovalizarea barelor (diferența dintre două diametre perpendiculare, măsurate în aceeași secțiune) nu trebuie să depășească abaterile limită pentru diametre.

Tabelul III.4. **Dimensiunile oțelurilor PC 52, PC 60 și PC 90**

Diametrul, mm				Dimensiunile nervurilor, mm				Distanța între nervurile elicoidale, în lungul barei, l	Raza de racordare r	Aria secțiunii nominale	Masa corespunzătoare diametrului nominal
Nominal d	Inimii		Total, al inimii și nervurilor longitudinale	Înălțimea nervurilor		Grosimea nervurilor					
	d_1	Abateri limită		h și h_1	Abateri limită	Longitudinale t	Elicoidale t_1	mm	mm	cm²	kg/m
6	5,75		6,75	0,50	+0,50	1,00	0,50	5	0,75	0,283	0,222
7	6,75		7,75	0,50	−0,25	1,00	0,50	5	0,75	0,385	0,302
8	7,50	+0,30 −0,50	9,00	0,75		1,25	0,75	5	1,10	0,503	0,395
10	9,30		11,30	1,00		1,50	1,90	7	1,50	0,785	0,617
12	11,00		13,50	1,25		2,00	1,00	7	1,90	1,130	0,888
14	13,00		15,50	1,25		2,00	1,00	7	1,90	1,540	1,210
16	15,00		18,00	1,50	+1,00	2,00	1,00	8	2,20	2,010	1,580
18	17,00		20,00	1,50	−0,50	2,00	1,50	8	2,20	2,540	1,990
20	19,00	+0,40	22,00	1,50		2,00	1,50	8	2,20	3,140	2,460
22	21,00	−0,50	24,00	1,50		2,00	1,50	8	2,20	3,800	2,980
25	24,00		27,00	1,50		2,00	1,50	8	2,20	4,910	3,850
28	26,50		30,50	2,00		2,50	1,50	9	3,00	6,160	4,840
32	30,50	+0,40	34,50	2,00	+1,50	3,00	2,00	10	3,00	8,040	6,310
36	34,50	−0,75	39,50	2,50	−0,75	3,00	2,00	12	3,50	10,300	7,990
40	38,50		43,50	2,50		3,00	2,00	12	3,50	12,600	9,870

Observații :

[1]) Oțelurile-beton cu diametrul de 6 și 7 mm pot avea nervurile elicoidale intersectate de cele longitudinale.
[2]) Oțelurile-beton cu diametrul mai mare de 50 mm se vor livra la înțelegere între producător și beneficiar.

Oțelul-beton cu profil periodic tip PC (tabelul III.4). Pentru a asigura o conlucrare bună (aderență) cu betonul, corespunzătoare forței mai mari pe care o poate suporta fiecare bară, oțelul este prevăzut cu nervuri longitudinale și transversale elicoidale.

Aderența cu betonul în acest caz se realizează pe lîngă încleierea pastei de ciment de barele de oțel-beton și prin încleștarea betonului în nervurile transversale și chiar prin frecarea suprafeței barei de beton în ultima instanță. Oțelul-beton tip PC are două nervuri longitudinale diametral opuse și nervuri elicoidale situate la distanțe egale, înclinate cu 55–65° față de nervurile longitudinale.

Nervurile elicoidale au înălțimea maximă la mijlocul lungimii lor, înălțimea acestora scăzînd pe măsură ce se apropie de nervura longitudinală. Nervurile sînt decalate unele față de altele.

Nervurile transversale elicoidale sînt dispuse diferit după tipul de oțel. Astfel:

1) Cu nervurile dispuse în aceeași direcție pe ambele jumătăți ale profilului (fig. III.2) și separate de nervurile longitudinale pentru oțelul PC 52.

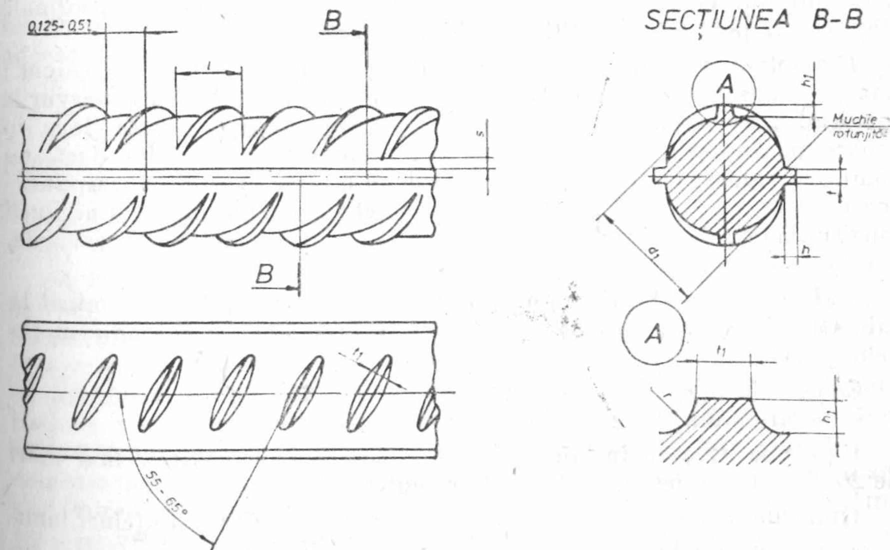


Fig. III.2. Oțel PC 52.

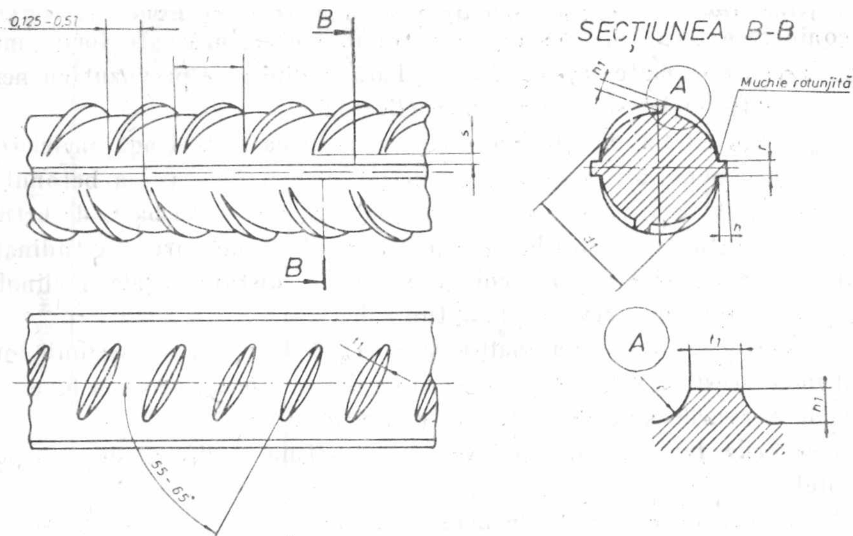


Fig. III.3. Oțel PC 60 și PC 90.

2) Cu nervurile dispuse în direcții contrare pe cele două jumătăți ale profilului (sistem brăduleț) și separate de nervurile longitudinale (fig. III.3) pentru oțelul PC 60 și PC 90.

Diametrul nominal sau de calcul este un diametru echivalent; dacă se măsoară cu șublerul valoarea diametrului, inclusiv nervurile longitudinale rezultă un diametru mult mai mare ce poate duce în eroare pe fierarul betonist la alegerea diametrului oțelului dacă nu compară valoarea măsurată cu valorile din tabelul III.4 corespunzătoare diametrului respectiv, adică pe diametrul total al inimii și nervurii longitudinale; dacă s-a măsurat diametrul inimii d_1 excluzînd nervurile, acesta se compară cu valorile din tabel.

b. Livrarea oțelului-beton laminat la cald. Oțelul-beton laminat la cald OB 37 și cel de tip PC se livrează în bare sau colaci, conform tabelului III.5.

Colacii de oțel-beton au greutatea de 40—600 kg și se livrează legați în minimum 3 locuri.

Barele se livrează în lungimi de 8—18 m pentru diametre mai mari de 20 mm și în lungimi de 10—20 m pentru diametre mai mici.

Oțelurile se livrează în loturi de 40—60 t alcătuite din oțeluri laminate în același schimb, din aceeași șarjă (de oțel elaborat), același tip de oțel-beton și cu diametre care nu variază mai mult de 3 mm.

Tabelul III.5. **Modul de livrare a oțelurilor-beton**

Simbol (marca)	Modul de livrare		
	Colaci	**Legături de bare**	Bare libere
OB 37	Ø 6–12 mm	Ø 14–30 mm	Peste Ø 30 mm
PC 52	Ø 6–12 mm	Ø 14–30 mm	Peste Ø 30 mm
PC 60	Ø 6–12 mm	Ø 14–30 mm	Peste Ø 30 mm
PC 90	—	Ø 10–20 mm	Peste Ø 20 mm

Loturile vor sosi în încărcături de maximum 5 t. De regulă se vor livra încărcături de 2,5 t.

Unitatea de încărcătură va fi prevăzută cu trei legături de solidarizare din oțel-beton și două legături de manevră cu ochet la partea superioară pentru agățarea la mijloacele de manipulare. Manipularea pe șantier și în ateliere se va face cu mijloace mecanizate.

Marcarea oțelului-beton PC 90, pentru a se deosebi de oțelul PC 60, se va face cu vopsea de culoare verde. Obligația uzinelor este de a se marca oțelul cu vopsea rezistentă la intemperii, care să nu micșoreze aderența oțelului cu betonul.

c. **Verificări ale calității oțelurilor-beton laminate la cald.** Pe șantier se fac următoarele verificări:

1) *Se verifică dacă lotul de oțel-beton este însoțit de certificatul de calitate al uzinei semnat de organul C.T.C.*

2) *Se verifică dimensiunile și profilul.*

3) *Se verifică aspectul (calitatea suprafeței).*

4) *Se face proba de îndoire la banc.*

5) *Pentru proba de tracțiune se trimit probe la un laborator însoțite de toate datele existente pe certificatul de calitate al uzinei și cu indicarea diametrului barelor, numele șantierului, lotului de construcție și a obiectului în care se va introduce oțelul.*

Certificatul de calitate în mod obligatoriu trebuie să conțină caracteristicile mecanice conform tabelului III.2, trecîndu-se valorile găsite de uzină la încercările făcute. În certificatul de calitate sînt trecute conform standardului marca de fabrică, denumirea uzinei producătoare, denumirea beneficiarului (șantier), data fabricației, produsul, tipul oțelului-beton și dimensiunea, numărul comenzii, masa, numărul avizului de expediție, confirmarea de producător a calității (semnătura C.T.C. cu ștampilă).

Verificarea dimensiunilor și profilului. Se face cu șublerul pe minimum doi colaci sau legături de bare (diametrul inimii, înălțimea nervurilor, distanța între nervuri) și se compară cu valorile din tabelul III.3 pentru oțelul OB 37 și tabelul III.4 pentru oțelul tip PC.

Pentru verificări sistematice ale dimensiunilor se procedează conform STAS 6605-78 care precizează : diametrul se măsoară în 3 secțiuni transversale situate la pătrimile epruvetei și perpendiculare pe axa ei. Măsurarea diametrului în fiecare loc se face pe două direcții perpendiculare, valoarea căutată fiind media aritmetică a acestor 6 măsurări.

Nervurile periodice se măsoară pe 5 nervuri consecutive așezate pe aceeași parte și se repetă pe partea opusă.

Distanța dintre nervuri se măsoară pe o direcție perpendiculară pe axa epruvetei.

Nervurile se măsoară cu șublere sau micrometre cu precizia de 0,02 mm la diametrele mici ($d \leqslant 10$ mm) și cu precizia de 0,05 mm la restul diametrelor.

Aria secțiunii inițiale (efective) a epruvetelor se determină pe baza mediilor măsurărilor. La oțelul cu profil periodic se poate determina prin măsurare adăugînd la aria inimii, corespunzătoare diametrului măsurat, aria secțiunilor măsurate ale nervurilor din secțiunea de rupere considerate în mod convențional ca dreptunghiuri. De asemenea, se poate determina aria secțiunii transversale prin cîntărire conform cap. II.

Verificarea aspectului (calitatea suprafeței). Pe suprafața barei se admite un strat subțire de oxizi (rugină), cu condiția ca reducerea dimensiunilor secțiunii barei, după îndepărtarea stratului de oxizi, să nu depășească abaterea limită la diametru. Nu se admit nervuri rupte.

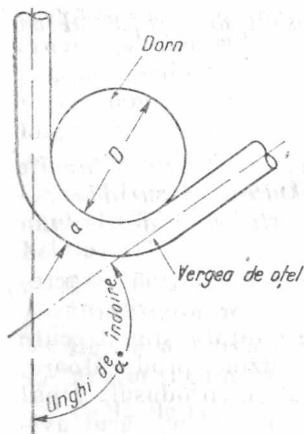


Fig. III.4. Îndoirea oțelului-beton pe șantier.

Se admit următoarele defecte locale ale suprafeței : denivelări, zgîrieturi rotunjite, striuri sau asperități, cu condiția ca abaterea limită prevăzută pentru profilul și diametrul respectiv să nu fie depășită.

Proba de îndoire la banc. Dintre caracteristicile mecanice (v. tabelul III.2), pe șantier se poate face proba de îndoire similar cu cea prevăzută în STAS 777-80, fără alte utilaje.

Condiția este ca diametrul dornului D pe care se face îndoirea și unghiul de îndoire α (fig. III.4) să corespundă cu valorile prevăzute în tabelul III.2. Unghiul de îndoire α de 180° se realizează făcînd îndoirea pînă cînd cele două ramuri ale barelor

ajung paralele (oţelurile OB 37 şi PC 52), iar unghiul de 90° cînd prelungirile celor două ramuri fac un unghi de 90°.

Proba de îndoire se consideră satisfăcătoare dacă după efectuarea ei nu apare nici o crăpătură sau fisură pe faţa exterioară curbată.

Încercarea la tracţiune. Se face pentru determinarea rezistenţei de rupere R_m, limitei de curgere R_e sau $R_{p0,2}$ şi alungirii la rupere A_5. Această probă se face unde nu există certificat de calitate sau există dubii asupra calităţii oţelului şi la livrări din import. În cazul execuţiei prefabricatelor în serie încercarea la tracţiune este obligatorie.

Modul de efectuare a încercării conform STAS 200-75 şi STAS 6605-78 este în principiu arătat la cap. II.

Analiza chimică. Pentru oţeluri care vor fi sudate cu procedee speciale, la lucrări de mare importanţă, se fac la laboratoare şi probe de analiză a conţinutului de carbon, mangan, siliciu, sulf, fosfor etc.

Interpretarea rezultatelor. Necorespondenţele cu standardul formează obiectul declasării oţelului, nefolosirii lui, schimbării destinaţiei sau înapoierii uzinei producătoare.

În această situaţie hotărîrile le ia şeful de şantier care va trata problema în conformitate cu prevederile legale.

Fierarul betonist răspunde de calitatea lucrării pe care o execută şi trebuie să refuze utilizarea de oţeluri care nu corespund standardului sau nu au aceeaşi calitate cu cea prevăzută în proiect.

4. Sîrmă trasă pentru beton armat

Pentru beton armat sîrma trasă se livrează conform STAS 438/2-80 în două calităţi: *cu suprafaţa netedă* (STNB) şi *cu suprafaţa profilată* (STPB).

Sîrmele trase poartă această denumire deoarece se obţin din bare netede de oţel-beton rotund cu conţinut redus de carbon (oţeluri moi) care apoi sînt trase sau trefilate, adică sînt trecute printr-o filieră (orificiu calibrat) şi obligate să-şi micşoreze secţiunea transversală ca urmare efortului de tracţiune din sîrmă. Operaţia se face la rece.

Prin trefilări succesive prin orificii din ce în ce mai mici se ajunge la diametre de sîrme foarte subţiri şi cu rezistenţe foarte ridicate rezultate din orientarea cristalelor de metal. Reducerea de diametru se numeşte şi reducerea de secţiune Δ care se exprimă în procente din secţiunea iniţială, putînd fi de 12–70%.

Reducerea de secţiune se calculează cu formula:

$$\Delta = \frac{S_0 - S_f}{S_0} \times 100\% = \frac{d_0^2 - d_f^2}{d_0^2} \times 100\%.$$

Sîrma se trefilează din următoarele mărci de oţeluri: OL 34; OL 37 şi OL 42, livrate conform STAS 500/2-80.

Notarea se face indicînd tipul oţelului: sîrmă trasă (ST), profilul neted (N) sau profilat (P) şi destinaţia pentru armarea betonului (B), completat cu diametrul, simbolizat prin simbolul ∅ (se citeşte „fi"), valoarea diametrului, în mm, şi numărul standardului. Astfel:

— STNB — ∅3 — STAS 438/2-80 înseamnă sîrmă trasă netedă, pentru armarea betonului, cu diametrul de 3 mm;

— STPB — ∅4 — STAS 438/2-80 înseamnă sîrmă trasă profilată, pentru armarea betonului, cu diametrul de 4 mm.

a. **Caracteristicile mecanice şi dimensiunile sîrmei trase pentru beton armat** (tabelul III.6). Din analiza caracteristicilor mecanice se constată:

1) *Sîrma trasă are limita de curgere convenţională (fig. III.1, b).*

2) *Alungirea la rupere, cu toate că se măsoară pe o bază mai mare, de 10 ori diametrul (A_{10}), este mai mică decît la celelalte oţeluri.*

Tabelul III.6. **Caracteristicile mecanice ale sîrmei trase**

Clasa de calitate	Simbolul	Diametrul d mm	Încercarea la tracţiune: Limita de curgere $R_{p\,0,2}$ N/mm² (kgf/mm²) min.	Încercarea la tracţiune: Rezistenţa la rupere R_m N/mm² (kgf/mm²) min.	Încercarea la îndoire la rece[1]: Alungirea la rupere A_{10} min %	Încercarea la îndoire la rece[1]: Unghiul de îndoire α	Încercarea la îndoire la rece[1]: Diametrul dornului
Superioară	STPB	4—10	490 (50)	540 (55)	8	—	—
Obişnuită	STNB	3—4	490 (50)	590 (60)	6	—	—
		4,5—5,6	440 (45)	540 (55)	7	—	—
		6—7,10			8	180°	d
		8—10	390 (40)	490 (50)	8	180°	d

[1]) Sîrmele cu diametrul mai mic de 6 mm se încearcă şi la îndoiri alternate, pe dorn cu raza de 10 mm, trebuind să reziste la minimum 4 îndoiri alternate fără să prezinte fisuri vizibile cu ochiul liber (conform STAS 1177-74).

3) *Caracteristicile mecanice sînt date pe grupe de diametre, fiind mai ridicate la grupele mici.*

4) *Diametrele mai mari (8—10 mm) sînt supuse probei de îndoire, iar diametrele mici probei de îndoire alternată.*

Dimensiunile sîrmelor trase sînt date în tabelul III.7.

Tabelul III.7. **Dimensiunile și abaterile la dimensiuni ale sîrmei trase**

Diametrul sîrmei *d* mm	Abaterea limită mm	Aria secțiunii cm²	Perimetrul corespunzător diametrului sîrmei cm	Masa informativă kg/m
3,00		0,071	0,94	0,055
3,55		0,099	1,11	0,078
4,00	±0,1	0,126	1,26	0,089
4,50		0,159	1,41	0,125
5,00		0,196	1,57	0,154
5,60		0,246	1,76	0,193
6,00		0,283	1,88	0,222
7,10		0,396	2,23	0,311
8,00	±0,15	0,503	2,51	0,395
9,00		0,636	2,83	0,499
10,00		0,785	3,14	0,617

b. **Modul de livrare a sîrmei trase.** Sîrma se livrează în colaci (tabelul III.8). Fiecare colac este legat cu sîrmă moale în 4 locuri. Loturile de sîrmă au masa de 7—10 t (după grupele de diametre).

Tabelul III.8, **Modul de livrare a sîrmei trase**

Diametrul sîrmei mm	Diametrul interior al colacului mm	Masa colacului, kg	
		Obi nuită	Redusă
Cel mult 3,55	250— 650	21—100	5—20
4,00 și peste 4,00	400—1 000	26—150	10—25

c. **Verificarea calității.** Verificarea calității se face în mod similar cu cea a oțelurilor laminate la cald (v. § 3, c). Pentru încercări se iau probe de la 0,50 m de la capătul colacului.

În caz de litigiu se prelevează probele din porțiunea de colac indicată de beneficiar.

5. Sîrmă moale pentru legat

Barele fasonate pentru a realiza armătura propriu-zisă se leagă cu sîrmă moale (tabelul III.9) pentru a forma plase legate sau carcase legate. Legarea are ca scop de-a asigura poziționarea corectă a armăturii spațiale. La plasele și carcasele sudate legarea este înlocuită cu sudură.

Tabelul III.9. **Sîrmă moale pentru legat (STAS 889-80)**

Diametrul mm	Aria secțiunii mm²	Masa kg/1 000 m	Lungimea m/kg	Diametrul mm	Aria secțiunii mm²	Masa kg/1 000 m	Lungimea m/kg
0,60	0,2830	2,222	450,25	1,50	1,7671	13,872	72,09
0,70	0,3957	3,106	321,98	1,60	2,0106	15,783	63,36
0,80	0,5030	3,949	253,23	1,80	2,5447	19,976	50,06
0,90	0,6362	4,949	202,52	2,00	3,1416	24,662	40,55
1,00	0,7854	6,165	162,21	2,25	3,9408	30,935	32,33
1,12	0,9852	7,734	129,30	2,50	4,9087	38,533	26,64
1,25	1,2272	9,634	103,90	2,80	6,1575	48,336	20,69
1,40	1,5394	12,084	82,75	3,00	7,0686	55,488	18,02

Pentru legare se folosește sîrmă moale neagră (recoaptă) denumită pe șantiere și sîrmă arsă, trefilată, din oțeluri moi cu conținut redus de carbon OL 34 și care după trefilare este încălzită într-un cuptor pînă la înroșire pentru a o transforma din sîrmă tare (ca urmare a ecruisării din trefilare la care s-au aranjat cristalele) în sîrmă moale, adică ajunge la calitatea oțelului de bază OL 34.

Sîrma este livrată în colaci mici, fiind adesea protejată prin ungere. Sîrma se îndoaie foarte ușor și rezistă bine la strîngerea cu cleștele, modelîndu-se după profilul barelor pe care le leagă. Se fabrică într-o gamă mare de diametre (STAS 889-80). Pentru legare se utilizează, de regulă, sîrma ∅ 1 mm. Pentru legarea cofrajelor se folosește sîrmă de circa ∅ 2 mm.

6. Bioțelul

Bioțelul este un oțel realizat din sîrmă trasă tare fiind compus din două bare longitudinale de secțiune rotundă legate între ele prin sudură cu ajutorul unor distanțieri (scărițe) cu secțiune dreptunghiulară (fig. III.5). El se fabrică în țara noastră în 5 sortimente. Prescripția

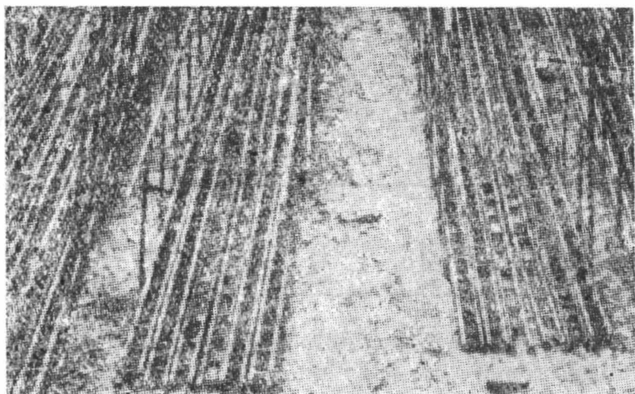


Fig. III.5. Bioțel.

care reglementează livrarea este Norma internă de întreprindere N.I.Î. 1979-73 pentru realizarea bioțelului, elaborată de C.P.M.B.

Barele longitudinale se obțin din sîrmă trasă tare care trebuie să aibă caracteristicile : limita convențională de curgere minimă 680 N/mm², rezistența la rupere minimă 800 N/mm² și alungirea la rupere minimă $A_{10} = 5\%$.

Barele transversale (scărițele) se obțin din oțel plat OL 37 cu rezistențe mărite prin tragere (reducere de secțiune) pentru a realiza o rezistență la rupere de 500—600 N/mm². Sudarea scărițelor se face la o mașină specială după debitare la lungime.

Notarea bioțelului se face cu indicativul bi (prescurtarea de la bioțel) urmat de diametrul barelor longitudinale date în zecimi de milimetru și numărul normei interne de întreprindere. Astfel : bi 36-N.I.Î. 1979-73 înseamnă bioțel cu bare longitudinale care au diametrul de 3,6 mm.

a. **Caracteristicile mecanice ale bioțelului.** Caracteristicile mecanice minime livrate ale bioțelului sînt considerate cele ale barelor longitudinale și anume : *rezistența la rupere 800 N/mm² ; limita de curgere 680 N/mm² ; alungirea la rupere $A_{10} = 5\%$; îndoirea la 180° pe un dorn cu diametrul $D = 6$ mm.*

Sudura scărițelor se verifică prin proba de forfecare.

b. **Dimensiunile bioțelului.** Profilul are o geometrie fixă care este indicată în figura III.5 ; distanța dintre barele longitudinale este 20 mm, iar cea dintre barele transversale 95 mm.

Dimensiunile barelor longitudinale și a celor transversale (scărițele), precum și masa bioțelului pe metru liniar sînt arătate în tabelul III.10.

Tabelul III.10. **Dimensiunile bioțelului**

Tipul de bioțel	Bare longitudinale			Bare transversale			Masa kg/m
	Aria celor două bare cm^2	Diametrul mm	Abaterile la diametru mm	Înălțimea mm	Grosimea mm	Abaterile la înălțime și grosime mm	
bi 40	0,25	4,0		4,0	3,0		0,216
bi 56	0,50	5,6	±0,1	5,5		±0,5	0,416
bi 69	0,75	5,9		7,0	3,5		0,624

c. **Modul de livrare a bioțelului.** Livrarea se face loco atelier în colaci de diametru mare, a căror masă și dimensiuni sînt în funcție de sortiment (tabelul III.11).

Tabelul III.11. **Masa și lungimea bioțelului livrat**

Tipul de bioțel	Diametrul colacului m	Masa medie a unui colac kg	Lungimea medie a unui colac m
bi 40		50	225
bi 56		75	240
bi 61	2,40	100	160

Colacii sînt legați în 3 locuri. Bioțelul se derulează de pe colaci drept neavînd nevoie, de regulă, de îndreptare întrucît destinația lui principală este pentru armarea elementelor circulare (silozuri, rezervoare etc.).

d. **Verificarea calității bioțelului.** Regulile de verificare a calității bioțelului sînt aceleași ca și la oțelul-beton laminat la cald (v. § 3, c) cu următoarele **precizări :**

1) *Pe lîngă verificările dimensionale, ale aspectului suprafeței, încercarea la îndoire a barelor longitudinale, se face și verificarea sudurilor scărițelor prin proba de forfecare.*

2) *Pentru încercările mecanice ale barelor longitudinale se fac epruvete prin tăierea scărițelor.*

3) *Încercarea la forfecare se face cu dispozitive speciale de forfecare montate la mașina de încercat (se prind scărițele coaxial și se supun probei de tracțiune); lungimea epruvetei este de 550 mm. Proba de forfecare se face pe 3 epruvete.*

Media aritmetică a celor 3 probe trebuie să satisfacă condiția :

$$R_f = \frac{P}{2A} \geqslant 350 \text{ N/mm}^2$$

unde : R_f este rezistența la forfecare, în N/mm² ;
P — forța la care s-a produs cedarea prin forfecare a scăriței, în N/mm².
A — secțiunea transversală a unei scărițe, în mm².

Încercarea se face cu viteză mică de 5—10 mm/min.

Calculul elementelor armate cu bioțel se face în conformitate cu Instrucțiunile tehnice pentru calculul și alcătuirea elementelor armate cu bioțel, P.80-74.

7. Plase sudate uzinate

Plasele sudate sînt elemente de armătură formate din bare de oțel (sîrme) dispuse pe două direcții perpendiculare, sudate prin rezistență electrică la locurile de încrucișare denumite noduri, putîndu-se confecționa sub formă de panouri și rulouri (care au diametrul maxim de 1,5 m).

Plasele sudate uzinale sînt livrate de Întreprinderea de Sîrme și Produse din Sîrme (I.S.P.S) — Buzău și sînt destinate în special pentru armarea elementelor din beton armat plane sau curbe de tipul plăcilor pentru panouri de pereți, panouri de acoperiș, panouri pentru planșee, armături de pardoseli, ziduri de sprijin, rezervoare, silozuri etc.

Prescripțiile care reglementează producția de plase sudate sînt STAS 438/3-80. *Plase sudate pentru armarea betoanelor*, Catalogul de plase sudate fabricate în I.S.P.S. — Buzău și Caietul de sarcini CS/1984 — I.S.P.S. — Buzău pentru plasele din sîrmă trasă profilată.

Clasificarea plaselor. Conform catalogului, după gradul de tipizare, plasele se clasifică după cum urmează :

1) *Plase sudate cu toți parametrii tipizați „de uz general" simbolizate cu litera* G *și „de listă" simbolizate cu* L.

2) *Plase sudate „normalizate" care au lungimea variabilă (netipizată), simbolizate cu litera* N.

3) *Plase sudate „speciale tipizate" simbolizate cu literele ST.*

Plaselor din sîrmă profilată li se adaugă la început literele PP (panou-profilat).

Tabelele cu tipurile de plase sînt date în catalog.

Parametrii plaselor. Parametrii panourilor de plase sudate se pot urmări pe figura III.6 : lungimea panoului L_c, lățimea panoului B_c, lățimea între barele longitudinale extreme sau de margine B, lungimea între barele transversale extreme sau de margine L, pasul (distanța dintre două bare alăturate) barelor longitudinale l_l și al celor transversale l_t, lungimea capetelor barelor transversale C_{t1} și C_{t2} și a celor longitudinale C_{l1} și C_{l2}.

Diametrul barelor transversale se notează cu d_t și variază de la 3 la 6.5 mm, iar diametrul barelor longitudinale se notează cu d_l și variază de la 3 la 10 mm. Fac excepție plasele speciale S.

Notarea plaselor sudate uzinate se face cu un cod stabilit în „Catalogul de plase sudate" în următoarea ordine : un număr care reprezintă ordinea plaselor din tabelele de plase pe tipuri, o literă pentru tipul de plase conform codificării G, L sau N, o literă care arată forma ochiului rezultat din încrucișarea barelor plasei și anume pentru cele pătrate litera Q pentru cele dreptunghiulare litera R și un număr care reprezintă aria secțiunii armăturii longitudinale, în mm^2/m. Plasele sudate „speciale tipizate" se notează cu simbolul ST urmat de numărul de ordine din tabelul cu plase speciale. Astfel :

— plase 26 LQ 126 înseamnă plase sudate cu numărul de ordine 26 din tabelul cu plase „de listă" avînd ochiuri pătrate și cu aria totală a secțiunii barelor longitudinale pe 1 m lățime de 1,26 cm^2 ;

— plase ST5 înseamnă plase sudate „speciale tipizate" avînd numărul de ordine 5 din tabelul plaselor speciale.

În funcție de modul de uzinare și de utilizare, plasele sudate sînt denumite și simbolizate astfel :

1) *Plase „de uz general"* G folosite de regulă la armarea elementelor plane din beton armat turnate monolit pe șantier sau pentru elementele prefabricate de mare serie.

2) *Plase „de listă"* L folosite de regulă pentru planșee prefabricate, panouri de fațadă prefabricate și panouri de legătură la diafragme turnate monolit.

3) *Plase „normalizate"* N folosite la elemente la care lungimea se poate obține prin tăierea plaselor (planșee prefabricate, diafragme monolite etc.).

4) *Plase „speciale tipizate"* ST destinate armării elementelor prefabricate de mare serie pentru construcții industriale și care nu se încadrează în celelalte tipuri de plase.

Plaselor li se pot găsi și alte utilizări decît cele indicate. Ca regulă generală se va utiliza la armare un număr minim de tipuri de plase pe ansamblul construcției. Se va căuta să se folosească plase de catalog (G sau L) care se pot pune în operă cu un număr minim de tăieturi la montaj. Se face apel la tipurile N și ST numai cînd primele nu sînt

economice. Tăierea plaselor se face după planuri de tăiere (croire) pentru a avea un număr minim de tăieturi și să nu rezulte pierderi.

a. **Caracteristicile mecanice ale plaselor sudate.** Caracteristicile mecanice (tabelul III.12) se determină pe sîrme decupate din plasa sudată (atît cele longitudinale, cît și cele transversale). Lungimea epruvetelor este prevăzută în STAS 6605-83.

Tabelul III.12. **Valorile minime ale caracteristicilor mecanice ale plaselor sudate**

Aspectul suprafeţei	Diametrul sîrmei d_2 mm	Limita de curgere $R_{p0,2}$ N/mm² (kgf/mm²) min.	Rezistenţa la rupere R_m N/mm² (kgf/mm²) min.	Alungirea la rupere A_{10} % min.	Forţa de forfecare a nodului sudat P_f N/mm²
Profilată²)	4,0—10,0	490 (50)	590 (60)	6—8	0,35 $S_{max}R_{p0,2}$¹) pentru $\frac{d_t}{d_l} \leq 0,8$
Netedă	3,0—4,0	490 (50)	590 (60)	6	
	4,5—5,6	440 (45)	540 (55)	7	
	6,0—7,1	440 (45)	540 (55)	8	
	8,0—10,0	390 (640)	490 (50)	8	0,50 $S_{max}R_{p0,2}$ pentru $\frac{d_t}{d_l} \geq 0,8$

¹) $R_{p0,2}$ are valoare minimă, iar S_{max} este aria secţiunii transversale a barei celei mai groase din nod ; d_t şi d_l sînt diametrele barelor transversale, respectiv longitudinale.

²) Plasele sudate profilate sînt livrate conform CS 33/84 — I.S.P.S. — Buzău unde este indicată și forma profilului (tip Carry).

b. **Dimensiunile plaselor sudate uzinate.** Sîrmele folosite pentru confecţionarea plaselor sudate sînt sîrme trase (v. tabelul III.6). Panourile (plasele plane) care pot fi fabricate de I.S.P.S. — Buzău au valorile parametrilor limită (fig. III.6) precizate în tabelul III.13.

Pe baza tabelului III.12 s-au întocmit liste cu plase conform clasificării şi simbolizării arătate mai înainte. Listele de plase sudate sînt numeroase şi nu pot fi date în prezenta lucrare.

Se dă ca exemplu datele cuprinse în lista de plase „De uz general" (G) pentru plasa 14 GQ 246.

Se reamintește semnificația succesivă a simbolurilor și anume: 14 (număr de ordine al plasei), G (plasa de uz general), cu ochiuri pătrate (Q) şi cu aria secţiunii barelor (2,46 cm²/m = 246 mm²/m). În tabelul

Tabelul III.13. **Plasele sudate fabricate de I.S.P.S. – Buzău**

Parametrul geometric		Valori mm	Abaterea limită
Lungimea panoului L_c Lățimea panoului B_c		2 000–7 000 1 000–3 000	±1% dar nu mai mult de ±25 mm
Lățimea între barele longitudinale extreme B Lungimea între barele transversale extreme L		950–2 950 1 950–6 950	
Pasul între barele longitudinale	Plase sudate cu bare longitudinale simple Plase sudate cu bare longitudinale duble	50–300 multiplu de 25 100–300 multiplu de 25	±10 mm
Pasul între barele transversale l_t		50–420 fără trepte	±10 mm
Capătul barei transversale C_{t1} sau C_{t2}	Plase sudate cu bare simple	Min. 10	—
	Plase sudate cu bare duble	Min. $\left(10 + \frac{1}{2} \times d_t\right)$	—
Capătul barei longitudinale C_{l1} sau C_{l2}		Min. 25	

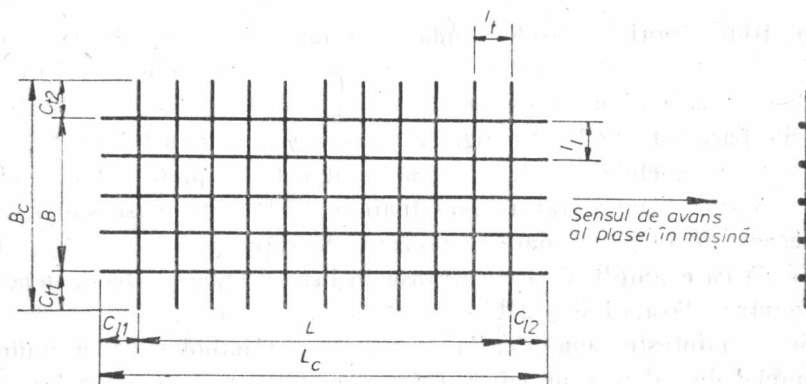


Fig. III.6. Parametrii plaselor sudate.

plaselor GQ (cu ochiuri pătrate) la poziția 14 se vor citi următoarele date, conform figurii III.6:

— Dimensiunile ochiurilor (distanțe între bare):
  — longitudinale, $l_l = 100$ mm
  — transversale, $l_t = 200$ mm.
— Diametrul barelor:
  — longitudinale, $d_l = 8$ mm
  — transversale, $d_t = 4$ mm.
— Lățimea plasei (panoului), $B_c = 2{,}4$ m (între axele barelor extreme).
— Lungimea plasei (panoului), $L_c = 6{,}0$ m.
— Depășirea (capetele):
  — longitudinale, $C_l = 50 + 50$ mm
  — transversale, $C_{t_2} = 25 + 25$ mm.
— Aria secțiunii barelor:
  — longitudinale, 2,46 cm^2/m
  — transversale, 1,26 cm^2/m.
— Masa, 44,23 kg/buc.

Indicativul: 14 GQ 246.

Plasele speciale tipizate ST pot fi confecționate cu distanțe între ochiuri variabile la același tip de plasă (de exemplu, $1\times25+3\times300+$ $+1\times250$) sau cu bare duble. Astfel: $(1\times25)^2 + 1\times250 + 3\times300 +$ $+ 125 + (1\times25)^2$ în care cu $(1\times25)^2$ s-a notat grupul de bare alăturate.

În catalog, în coloana 13, la plasele ST sînt arătate și elementele prefabricate la care se utilizează prin indicativul proiectului (de exemplu): C 3/6-350 este chesonul cu lățimea de 3 m, cu lungimea de 6 m și care a fost calculat la o încărcare de 3,5 kN/m^2).

c. **Modul de livrare a plaselor sudate uzinate.** Plasele sînt livrate sub formă de unități de încărcătură, avînd masa de cel mult 2 000 kg și cel mult 50 plase.

Unitatea de încărcătură se formează prin așezarea plaselor plane două cîte două față în față, cu un dispozitiv special, în scopul reducerii înălțimii pachetului și a obținerii unei stabilități sporite a acestuia.

Ca accesorii se folosesc legături de manevră nerecuperabile din sîrmă laminată OL 32 sau OL 34 ∅ 6, care se petrec pe toată înălțimea pachetului în dreptul a 4 sau 6 suduri, în funcție de dimensiunile geometrice ale plaselor și diametrul barelor.

Fiecare pachet de plase are o etichetă metalică pe care sînt înscrise: I.S.P.S. — Buzău; numărul lotului de plase, masa unei plase, numărul de panouri (plase) din pachet, simbolul (notarea). Prin lot se înțelege circa 10 t plase sudate fabricate pe aceeași instalație (mașina de sudat) care are același reglaj al parametrilor geometrici (dimensiuni

ale ochiurilor plasei, capetelor, lungimii și lățimii, diametrul sîrmelor) și electrici (presiune, curent, timp de sudare etc.).

Plasele în rulouri trebuie să aibă diametrul de rulare conform prevederilor. După derulare plasa trebuie să rămînă dreaptă și să se înscrie într-un dreptunghi perfect.

d. **Verificarea calității plaselor sudate uzinate.** Pe șantier se fac următoarele verificări :

1) *Se verifică dacă lotul este însoțit de certificat de calitate al I.S.P.S.—Buzău* semnat de organul C.T.C. ;

2) *Se verifică parametrii conform comenzii ;*

3) *Se verifică aspectul ;*

4) *Probele mecanice (încercarea de tracțiune a sîrmelor) și calitatea nodurilor sudate (rezistența la forfecare a nodului sudat) se verifică prin trimiterea probelor la un laborator de specialitate.*

Caracteristicile mecanice trebuie să corespundă valorilor trecute în tabelul III.12.

Probele pentru încercări se recoltează din porțiunile de panouri decupate pentru goluri.

Verificarea parametrilor panourilor se face prin compararea valorilor măsurate cu datele din catalog. Perpendicularitatea între barele longitudinale și transversale este garantată prin limitarea ipotenuzei triunghiului cu catetele de 1,60 m și 1,20 m la valoarea ipotenuzei de 2,00 m cu o abatere de $\pm 3\%_0$.

Noduri nesudate se admit : 3% din totalul nodurilor unei plase : 10% din nodurile barelor extreme și 50% din numărul nodurilor unei bare cu condiția respectării prevederilor anterioare.

Se admite un *strat subțire de rugină* cu condiția ca după înlăturare, sîrmele să se încadreze în abaterile dimensionale maxime din tabelul III.6.

Ca *defecte locale* se admit : denivelări, strivire sau asperități, de asemenea cu condiția ca abaterile limită să se înscrie în valorile din tabelul III.7. Verificarea aspectului se face cu ochiul liber. Verificarea dimensiunilor se face cu ruleta pentru lungime și lățime și cu micrometrul pentru diametrele barelor.

Distanța dintre barele transversale extreme se măsoară pe barele de margine ale panoului.

Încercările mecanice, respectiv rezistența la tracțiune R_m, limita de curgere (R_e, $R_{p0,2}$ și alungirea A_{10} se determină conform STAS 200-75 și STAS 6605-83, pe epruvete avînd forma din figura III.7.

Verificarea calității sudurii nodurilor se face prin determinarea forței de forfecare a nodului. Valorile admisibile pentru forța de forfecare P_f se dau în tabelul III.12.

La încercarea la tracțiune a unei epruvete se folosesc bacuri speciale, astfel ca un bac să tragă de bara transversală și celălalt de bara longitudinală.

Plasele tipizate (de uz general, de listă, normalizate și speciale tipizate) se comandă prin specificarea simbolului menționat în tabelele cu plase din catalogul uzinei (conform notării din acest paragraf) și a numărului de bucăți.

La stabilirea numărului de bucăți trebuie să se țină seama de numărul minim de bucăți acceptat de I.S.P.S. — Buzău pentru livrări (care variază de la 100 bucăți sau 1 t la plasele sudate „de listă" și la 800 bucăți sau 5 t la plasele sudate speciale).

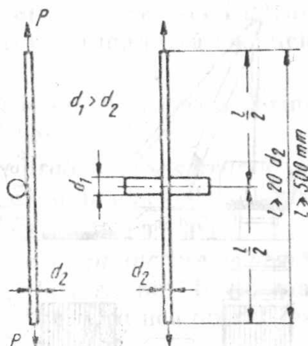


Fig. III.7. Epruveta de tracțiune sudată în cruce.

8. Transportul și depozitarea oțelurilor-beton

a. **Oțeluri în bare și colaci. Transport și depozitare.** Oțelurile pentru beton armat se livrează sub formă de bare, colaci, panouri de plase sudate și plase sudate în rulouri.

În ultimul timp există o preocupare de a se mecaniza operațiile de transport și manipulare, de a se tipiza dispozitivele și accesoriile de prindere.

Problemele de mecanizare care se pun sînt următoarele : *formarea și compunerea lotului unitar de manipulare ; descărcarea din mijloacele de transport de cale ferată la depozitele centrale și încărcarea în mijloacele auto ; manipulări în atelierele centrale de prelucrare a armăturilor ; dispozitivele, accesoriile și mijloacele necesare ; depozitarea.*

1) *Formarea și compunerea lotului unitar de manipulare :*

Loturile unitare de manipulare pentru oțelul-beton în bare sînt de regulă de 1,00 t la oțelul-beton livrat de Întreprinderea Metalurgică Grivița și de 2,50 t de la celelalte uzine metalurgice (Întreprinderea „Laminorul" Brăila, Combinatul Siderurgic Hunedoara, Întreprinderea „Oțelul Roșu). În vederea manipulărilor, loturile unitare se grupează pînă la 4 unități în funcție de greutatea unitară a lotului și de capacitatea de ridicare a mijloacelor folosite. Loturile unitare se solidarizează

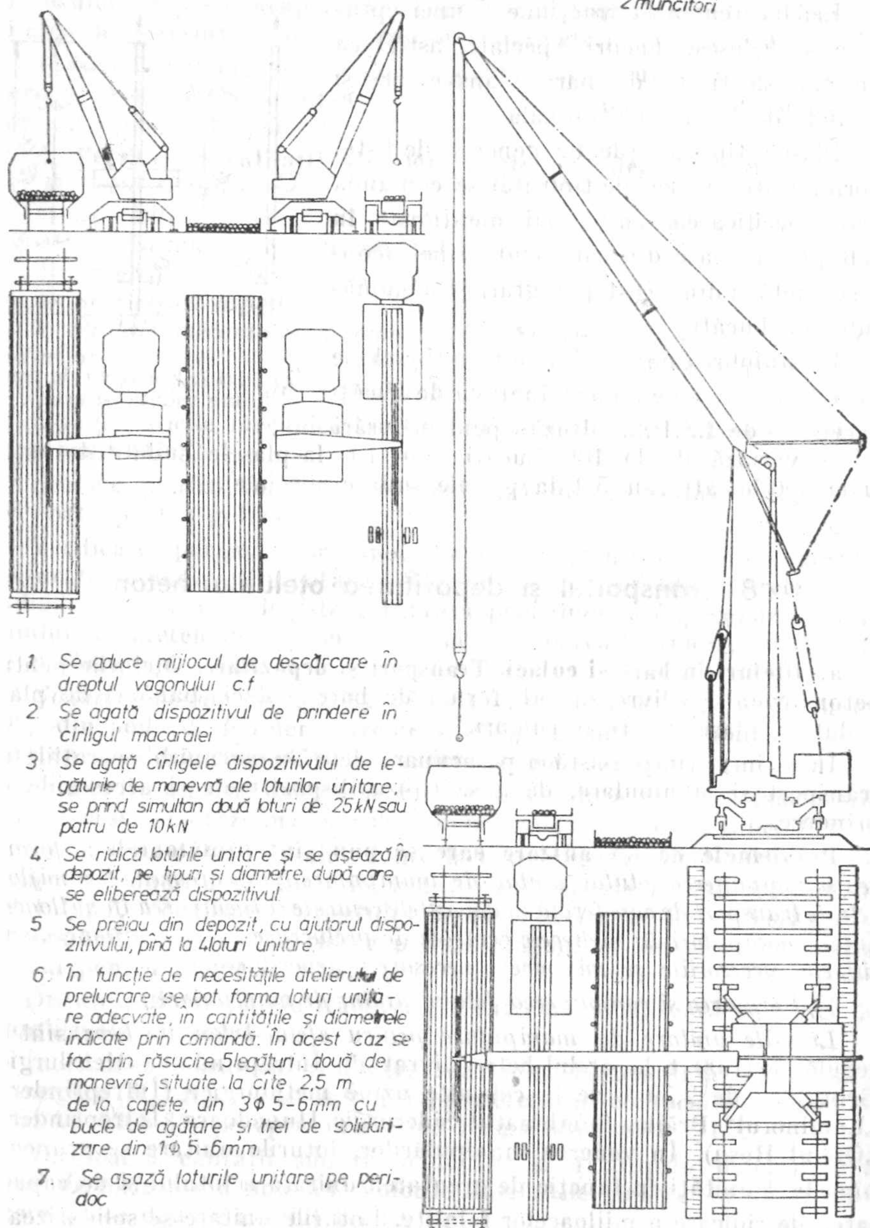


Fig. III.8. Operații de manipulare, transport și depozitare oțel-beton în bare.

cu cinci legături de oțel-beton ∅ 5—6 mm, dintre care trei legături de solidarizare la capete și centru și două legături de manevră cu bucle de apucare din trei fire.

Loturile unitare de manipulare pentru oțel-beton în colaci cuprind colaci a căror masă totală nu depășește circa 2,80 t.

2) *Descărcarea din vagoane în depozite centrale și încărcarea în mijloace auto.* Descărcarea se face de regulă cu o macara de 50 kN. Ordinea operațiilor este dată în figura III.8.

3) *Manipulările în incinta atelierelor centrale de prelucrare a armăturilor a oțelului-beton în colaci.* Pentru manipulări se pot folosi macarale turn sau autocamioane cu macarale hidraulice. Ordinea operațiilor este dată în figura III.9.

4) *Oțelul-beton în colaci transconteinerizat.* De regulă, prin termenul conteiner se înțelege un recipient în care se depozitează mărfuri, de la uzină la depozit sau la punctele de desfacere. Conteinerele fiind obiecte de inventar se folosesc continuu. Prin noțiunea de *transconteinerizare* se înțelege transportul cu ajutorul conteinerelor.

În cazul oțelului-beton se preconizează utilizarea unei palete transconteiner care este un fel de platformă pe care se așază colacii formați în unități (de circa 5 colaci).

La destinație se transbordează transconteinerul-paletă pe semiremorca specială cu care se efectuează transportul rutier pînă la depozitele de rezervă ale atelierelor centrale.

5) *Mijloace de transport, manipulare și descărcare.* Pentru operațiile de descărcare—încărcare se folosesc macarale turn cu capacitatea de ridicare mai mare de 50 kN, automacara de 50 kN și autotractor cu peridoc de 100 kN. În incinta depozitelor se folosesc de asemenea macarale portal.

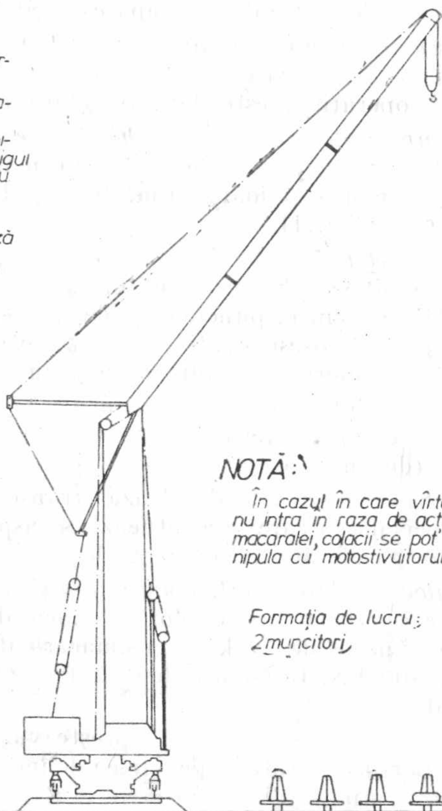
Operațiile succesive sînt: se oprește vagonul portconteiner în raza macaralei portal; se rotește pe partea de încărcare a transconteinerului; se preia lotul unitar din depozit și se așază în transconteiner.

6) *Dispozitive de prindere.* Pentru manevrarea loturilor unitare se utilizează dispozitivele de prindere (fig. III.10) cu sisteme de reglare și echilibrare.

7) *Depozitarea oțelului-beton în bare și colaci.* Oțelul-beton în bare și colaci se poate depozita în depozite deschise. Depozitarea de lungă durată se face pe platforme betonate pe reazeme (de beton, țeavă veche, lemn rotund din foioase etc.), în stive simple sau suprapuse.

În locul platformei betonate se admit și platforme amenajate pe un teren uscat cu pantă de scurgere a apelor.

1. Se oprește mijlocul de transport în raza macaralei turn
2. Se agață în cîrligul macaralei dispozitivul de prindere
3. Se introduce cu ajutorul cângii cablul dispozitivului prin lotul unitar
4. Se ridică lotul unitar și se așează în depozitul de rezervă pe tipuri și diametre
5. Se desprinde un ochet al cablului din dispozitiv și se extrage manual din lotul unitar, după care se ridică cîrligul macaralei pentru un nou ciclu
6. Se preiau pe rînd din depozitul de rezervă, loturile unitare, ca la punctele 2-5 și se așază lîngă vîrtejuri
7. Se dezmembrează lotul unitar prin tăierea benzilor de oțel cu foarfeca pentru tabla
8. Se trece cablul scurt prin cîte un colac și se transportă pe vîrtej lăsîndu-l să se așeze orizontal cu ghidare manuală
9. Se desprinde un ochet al cablului din cîrligul macaralei și se extrage cablul din colac cu ajutorul macaralei



NOTĂ:

În cazul în care vîrtejurile nu intră în raza de acțiune a macaralei, colacii se pot manipula cu motostivuitorul.

Formația de lucru: 2 muncitori

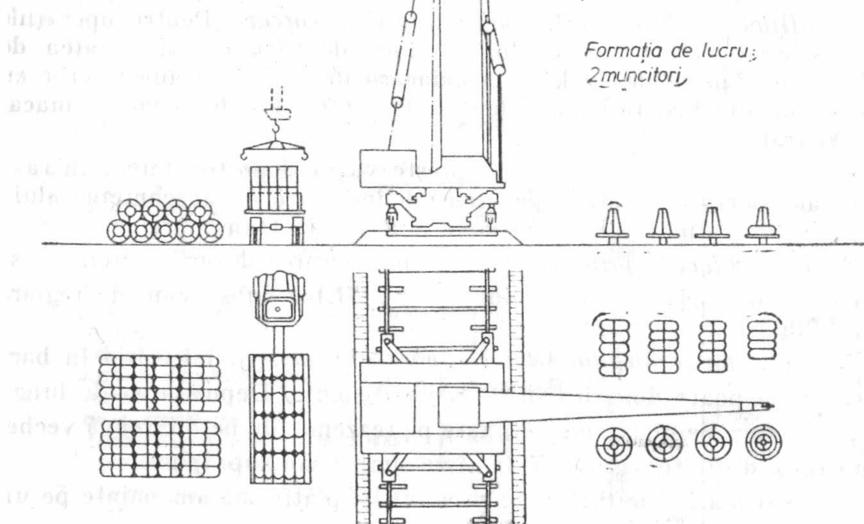


Fig. III.9. Operații de manipulare, transport și depozitare oțel-beton în colaci, transconteinerizat.

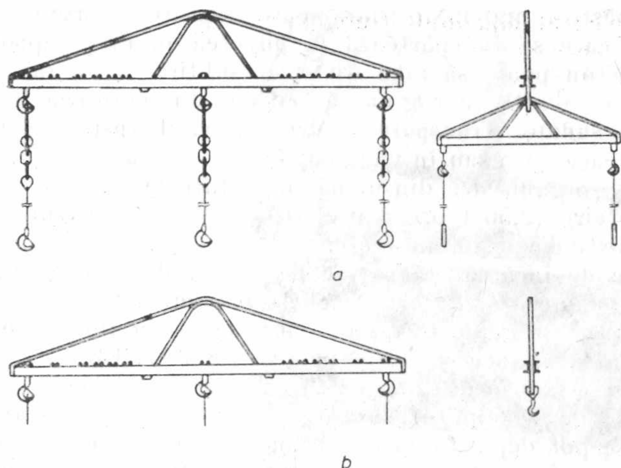


Fig. III.10. Dispozitiv pentru manipularea plaselor sudate :
a — pentru încărcări-descărcări și ridicare în poziție ozizontală ;
b — pentru ridicare în poziție verticală.

Stivele se separă prin baterea de pari la circa 1,50—2,00 m, iar reazemele se pun la distanțe mici pentru ca barele prin încovoiere să nu atingă pămîntul. Pe înălțime se separă barele în pachete prin intermediul dulapilor sau bilelor (fig. III.11).

Stivuirea se face pe diametre și calități de oțel ; colacii se stivuiesc după aceleași reguli, dar reazemele trebuie să fie numai din elemente plate (dulapi, rinzi de beton etc.). Stivuirea provizorie pe platforme betonate se poate face și fără reazeme. Colacii constituiți în loturi unitare legate se pot stivui prin suprapunere.

Stivele vor fi etichetate conform codificării materialelor.

Pentru depozitarea de lungă durată (1 an) stivele se protejează contra intemperiilor prin foi de carton asfaltat, folii de material plastic etc., care se fixează cu dulapi, scînduri vechi etc.

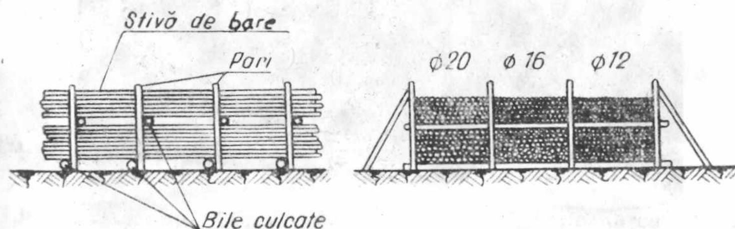


Fig. III.11. Stive pentru bare de oțel-beton.

Oțelul păstrat mai mult timp poate fi protejat provizoriu cu praf de ciment, care se îndepărtează la punerea în operă prin ștergere.

Oțelul-beton poate să aibă un strat subțire de rugină, chiar aderentă. Nu se admite ca rugina să reducă din secțiunea barelor.

b. **Plase sudate. Transport și depozitare.** Transportul plaselor se face cu mijloace auto sau în vagoane de cale ferată.

Plasele se organizează din uzină în unități de încărcătură (pachete) cu masa de circa 2,50 t prevăzute cu 4 la 6 legături (șufe) de care se agață dispozitivele de manipulare.

Unitățile de încărcătură se fac de regulă din același tip de plasă sau din plase diferite legate în pachete mai mici.

Descărcarea și depozitarea plaselor de pe mijlocul de transport cu macaraua se va face cu grijă (fig. III.12 și III.13).

Depozitarea se face după aceleași reguli ca la barele de oțel (fig. III.14) ; nu se admite aruncarea plaselor în depozit (fig. III.15).

Plasele se pot depozita în cazul spațiilor restrînse, în picioare prin rezemare de un perete puternic (fig. III.16) sau pe împrejmuiri (fig. III.17), sau pe o capră cu rezemare dublă (fig. III.18). Plasele se manipulează cu dispozitive de compensare din cabluri cu cîrlige (v. fig. III.13 și III.19).

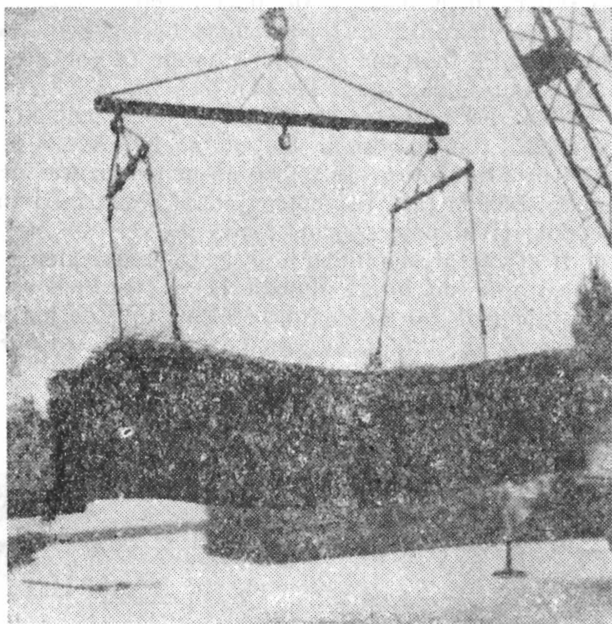


Fig. III.12. Descărcarea în pachet a plaselor.

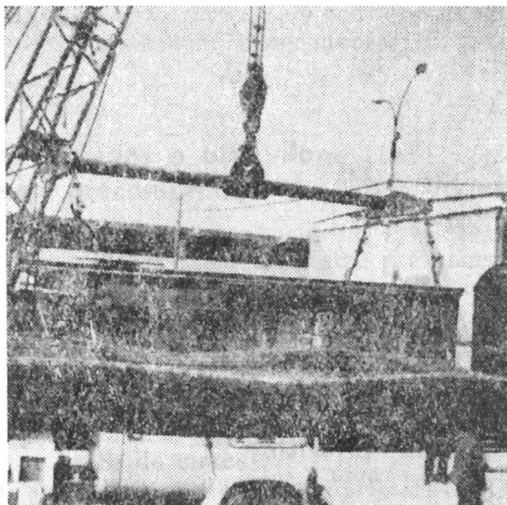


Fig. III.13. Ridicarea plaselor cu dispozitiv INCERC.

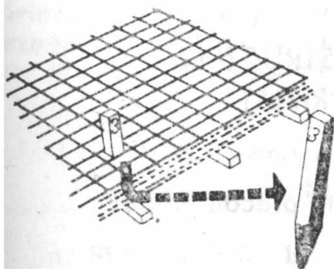


Fig. III.14. Depozitarea corectă a plaselor.

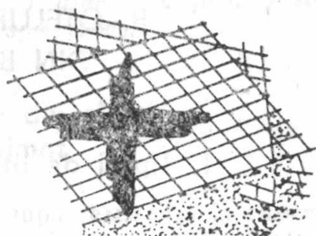


Fig. III.15. Depozitarea incorectă a plaselor pe orizontală.

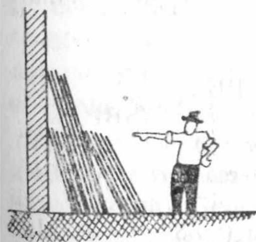


Fig. III.16. Depozitarea plaselor pe verticală la pereți.

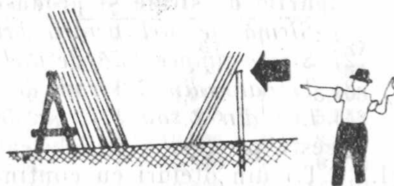


Fig. III.17. Depozitarea pe o singură parte.

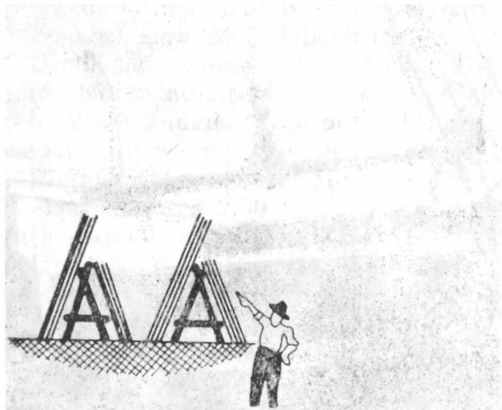


Fig. III.18. Depozitarea pe capre.

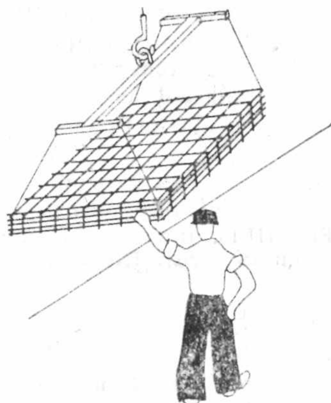


Fig. III.19. Ridicarea plaselor cu cabluri cu cîrlige.

B. OȚELURI PENTRU CONSTRUCȚIILE DIN BETON PRECOMPRIMAT

1. Tipuri de oțeluri pentru beton precomprimat

Pentru beton precomprimat sînt necesare oțeluri cu caracteristici mecanice foarte înalte. Se folosesc oțeluri sub formă de sîrme și produse din sîrme și bare laminate la cald de înaltă rezistență. Sîrmele și produsele din sîrmă sînt trefilate din oțel-carbon și detensionate final (STAS 6482/1-80).

Tipurile de sîrme și produse din sîrmă sînt:

1) *Sîrmă de oțel pentru beton precomprimat* (SPB).
2) *Sîrma amprentată de oțel pentru beton precomprimat* (SBPA).
3) *Toroane din 7 sîrme de oțel pentru beton precomprimat* (TBP).
4) *Lițe din 2 sau 3 sîrme de oțel pentru beton precomprimat* (LBP).

Aceste produse sînt fabricate la „Industria Sîrmei" Cîmpia Turzii (I.S.C.T.) din oțeluri cu conținut ridicat de carbon (0,68 – 0,92)C slab aliate cu Mn și Si.

Barele laminate la cald pentru beton precomprimat sînt denumite pe scurt PC 90 (standard de ramură STR 531-83), (v. cap. III, A, 1).

În viitor se vor utiliza și oțeluri laminate la cald de secțiune ovală cu nervuri, tratate termic (tip Sigma), produse experimental în țara noastră.

2. Domeniile de utilizare a oțelurilor pentru beton precomprimat

Elementele din beton precomprimat pot fi cu armătură preîntinsă care se autoancorează și cu armătura postîntinsă. Elementele cu armătura preîntinsă utilizează de regulă sîrme și produse din sîrmă care se pot autoancora prin aderență (sîrmă amprentată, toroane, lițe, oțel PC 90).

La elementele postîntinse se utilizează de regulă sîrme netede tip SBP, dar se pot folosi și alte tipuri de armături; după precomprimare (v. cap. II) se injectează cu lapte de ciment.

Elementele de mare serie care se realizează prin precomprimare sînt : *elementele de suprafață ; elementele de planșeu ; grinzi ; grinzi de rulare ; ferme ; piloți ; stîlpi pentru energia electrică; rezervoare; spalieri de vie ; elemente pentru poduri ; elemente pentru poduri asamblate prin postîntindere ; ancoraje pentru fundații ; ziduri de sprijin etc.*

3. Sîrme de oțel și produse din sîrmă petru beton precomprimat

a. **Sîrma netedă SBP** (STAS 6482/2-80). După rezistența la rupere sîrma pentru beton precomprimat se fabrică în două categorii : SBP I și SBP II (tabelele III.14 și III.15).

Notarea se face, indicînd succesiv denumirea prescurtată a sîrmei, categoria de rezistență, diametrul nominal și numărul standardului. De exemplu SBPI-3 STAS 6482/2-80.

Livrarea, ambalarea, marcarea transportul și depozitarea sîrmelor netede SBP. Sîrma se livrează în colaci bine legați în 4 locuri cu sîrmă moale. Masa minimă a unui colac variază de la 50 la 80 kg.

Tabelul III.14. **Dimensiunile sîrmelor, ariile și masa**

Diametrul nominal mm	Aria secțiunii mm²	Masa kg/1000 m
1,5	1,767	1,387
2,0	3,142	2,466
2,5	4,910	3,853
3,0	7,070	5,548
3,7	10,746	8,430
4,0	12,570	9,870
5,0	19,630	15,410
6,0	28,270	22,190
7,0	38,480	30,210

Tabelul III.15. **Caracteristicile mecanice ale sîrmelor SBP I și SBP II**

Categoria sîrmei	Diametrul nominal d mm	Încercarea la tracțiune (STAS 6605-83)			Încercarea la îndoire alternată STAS 1177-74	
		Rezistența la rupere R_m N/mm² (kgf/mm²) min.	Limita de curgere tehnică $R_{p0,2}$ N/mm² (kgf/mm²) min.	Alungirea la rupere A_{100}, min. %	Numărul minim de îndoiri	Raza de îndoire mm
SBP I	1,5	2 110 (215)	1 790 (182)	1,5	6	5,0
	2,0	2 010 (205)	1 720 (175)	1,5	6	5,0
	2,5	1 910 (195)	1 620 (165)	1,5	6	7,5
	3,0	1 860 (190)	1 570 (160)	1,5	6	7,5
	3,7	1 770 (180)	1 500 (153)	2,0	4	10,0
	4,0	1 720 (175)	1 450 (148)	2,0	4	10,0
	5,0	1 670 (170)	1 420 (145)	2,0	4	10,0
	6,0	1 620 (165)	1 370 (140)	2,0	4	15,0
	7,0	1 570 (160)	1 320 (135)	2,0	4	20,0
SBP II	1,5	1 910 (195)	1 620 (165)	1,0	6	5,0
	2,0	1 860 (190)	1 570 (160)	1,0	6	5,0
	2,5	1 770 (180)	1 500 (153)	1,0	6	7,5
	3,0	1 670 (170)	1 420 (145)	1,0	6	7,5

Observații :

1) Pentru sîrmele cu diametrul nominal intermediar celor din tabel, caracteristicile mecanice vor fi corespunzătoare diametrului nominal imediat superior, prevăzut în tabel.

2) Sîrmele cu caracteristici mai ridicate decît cele prevăzute în standard se vor fabrica și garanta numai pe bază de înțelegere între producător și beneficiar.

3) Sîrmele SBP I și SBP II au modulul de elasticitate cu valoarea convențională de $2{,}0 \times 10^7$ N/cm² ($2{,}0 \times 10^6$ kgf/cm²).

4) Diferența dintre valorile rezistenței la rupere determinată la cele două capete ale aceluiași colac poate fi de cel mult :
100 N/mm² (10 kgf/mm²) la categoria SBP I.
150 N/mm² (15 kgf/mm²) la categoria SBP II.

5) În STAS 6482/2-80 este dată și limita de elasticitate convențională $R_{p0,1}$, rezistența la rupere $R_{m\ max}$ precum și rezistența la rupere după îndoire la 90° pe dorn de 10 d.

Diametrul interior minim al colacului este de :
450 mm pentru sîrmele cu diametrul de 1,5—3 mm ;
1 000 mm pentru sîrmele cu diametrul de 4 mm ;
1 500 mm pentru sîrmele cu diametrul de 5 mm ;
1 800 mm pentru sîrmele cu diametrul de 6—7 mm.

La cerere colacii pot fi și ambalați. Sîrmele SBP II se marchează cu o dungă lată de 50 mm de vopsea albă, rezistentă la intemperii, circulară, continuă, transversal peste firele colacului.

Transportul se face în vehicule acoperite, iar depozitarea colacilor, în spații acoperite sau încăperi și nu direct pe pămînt.

Verificarea calității sîrmelor SBP. Verificarea se face în aceleași condiții ca la oțelurile-beton laminate la cald cu unele diferențe specifice și anume: verificarea săgeții la derularea colacului, verificarea curentă a limitei de curgere, a modulului de elasticitate, a alungirii la rupere în afara gîtuirii, precum și la îndoire alternată.

Verificarea la derulare a sîrmelor SBP se face pentru cele cu diametrul de 5 la 7 mm, la care după derulare săgeata arcului format pe o lungime de 5 m nu trebuie să depășească 40 cm. Derularea se face pe o suprafață plană, iar măsurarea săgeții, cu metrul.

Determinarea limitei de curgere convenționale se face conform STAS 200-75 și STAS 6605-83 pentru o alungire neproporțională de 0,2% cu precizia de 0,01%; această limită se determină numai de laboratoarele specializate, care au aparatură de măsurare a deformațiilor și experiență de încercare.

Alungirea la rupere A_{100} în afara stricțiunii (gîtuirii) se măsoară pe epruvete speciale cu o bază inițială de 100 mm avînd rizuri din 10 în 10 mm; măsurarea se face de la a treia rizură de la secțiunea de rupere.

b. **Sîrma amprentată** (STAS 6482/3-80). Sîrma amprentată denumită pe scurt SBPA este o sîrmă similară cu cea netedă SBP dar care are în plus imprimat un profil prin presare (stanțare) la rece. Sîrma este de două calități: SBPA I și SBPA II.

Notarea se face în mod similar cu sîrma netedă. De exemplu, SBPA I-3 P_2 — STAS 6482/7-80 indicîndu-se în plus tipul amprentei.

Amprentele se deosebesc după formă și dispunerea perimetrală (tabelele III.16 și III.17). Sînt **două tipuri de amprente**: *amprente*

Tabelul III.16. **Dimensiunile sîrmelor și ale profilului pentru tipurile de amprente I_2 și P_2 (amprente dispuse pe două rînduri)**

Diametrul nominal *d* mm	Adîncimea amprentei *h* mm	Pasul *p* mm	Distanța dintre amprente *a*, mm		Masa kg/100 m	
			Tip I_2	Tip P_2	Minimă	Maximă
5	0,18±0,04	8–10	3–4	4	15,098	16,027
6	0,20±0,04	10–12	3–4	5	21,815	23,079
7	0,22±0,04	12–14	4–5	6	29,764	31,502

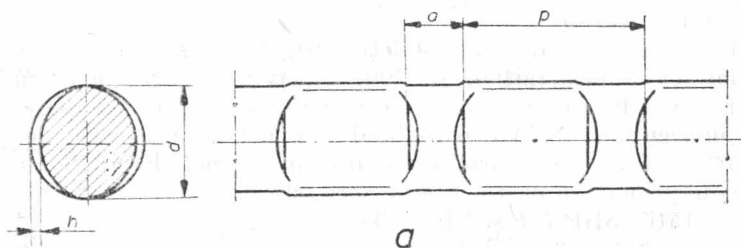
Observație: Sîrmele amprentate cu diametre intermediare celor prevăzute în tabel se pot realiza cu acordul producătorului.

Tabelul III.17. **Dimensiunile sîrmelor și ale profilului pentru tipul de amprente I_3 (amprente dispuse pe trei rînduri)**

Diametrul nominal d mm	Adîncimea amprentei h mm	Pasul p mm	Distanța dintre amprente a mm
5	0,13±0,03	6— 8	2—3
6	0,15±0,03	8—10	3—4
7	0,17±0,03		

Observație. Masa este conform tabelului III.14.

cu muchii perpendiculare pe axa secțiunii dispuse pe două fețe ale sîrmei, tip P_2 (fig. III.20) și *amprente cu muchii înclinate la 45° față de axa secțiunii cu amprentele dispuse pe două fețe,* tip I_2 *sau pe 3 fețe, tip* I_3 (fig. III.21).



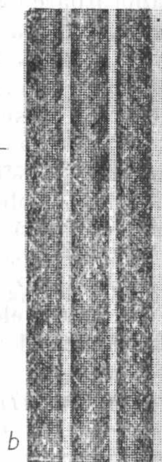


Fig. III.20. Amprente cu muchii drepte, STAS 6482/3-80 :
a — parametrii amprentei ; *b* — vedere.

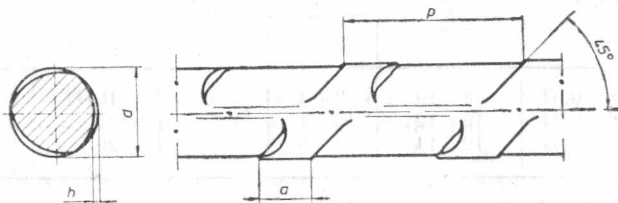


Fig. III.21. Amprente cu muchii înclinate.

Restul condițiilor de verificare a calității (livrare, ambalare, transport, depozitare) sînt aceleași ca la sîrma netedă.

Caracteristicile mecanice ale sîrmei amprentate diferă de cele ale sîrmei netede, în special prin numărul de îndoiri mai redus (tabelul III.18). La aceste sîrme, în standard sînt trecute și valorile pierderilor de tensiuni, prin relaxare.

Tabelul III.18. **Caracteristicile mecanice ale sîrmelor SBPA I și SBPA II**

Categoria sîrmei	Diametrul nominal d mm	Încercarea la tracțiune (STAS 6605-83)			Încercarea la îndoire alternată		Încercarea la relaxare
		Rezistența la rupere R_m N/mm² (kgf/mm²) min.	Limita de curgere convențională $R_{p0,2}$ N/mm² (kgf/mm²) min.	Alungirea relativă la rupere A_{100} %	Numărul de îndoiri	Raza de îndoire mm	Relaxarea la 1 000 h pentru o tensiune inițială de 0,7R % min.
SBPA I	5	1 670 (170)	1 940 (198)	2,0	3	15	3,5
	6	1 620 (165)	1 890 (193)	2,0	3	17	
	7	1 570 (160)	1 840 (188)	2,0	3	20	
SBPA II	5	1 520 (155)	1 800 (183)	1,5	2	13	5,5
	6	1 470 (150)	1 750 (178)	1,5	2	17,5	
	7	1 470 (150)	1 750 (127)	1,5	2	20	

Modulul de elasticitate informativ este $E = 2,0 \times 10^7$ N/cm² ($2,0 \times 10^6$ kgf/cm²).

c. **Toroane** (STAS 6482/4-80, tabelul III.19). Toroanele se execută prin cablare (toronare) din sîrmă din oțel-carbon de înaltă rezistență, trefilată, care după cablare este supusă unei operații de îndreptare și detensionare.

Tabelul III.19. **Caracteristicile mecanice ale toroanelor**

Simbolul toronului	Diametrul nominal D mm	Secțiunea nominală mm²	Forța de rupere N (kgf) min.	Forța de curgere convențională N (kgf) min.	Masa kg/m	
					Minimă	Maximă
7∅3,0	9,1	49,93	88 290 (9 000)	75 540 (7 700)	0,388	0,423
7∅4,0	12,2	88,55	147 150 (15 000)	122 630 (12 500)	0,693	0,739

Modulul de elasticitate al unui toron este : $E = 2,0 \times 10^7$ N/cm² ($2,0 \times 10^6$ kgf/cm²).

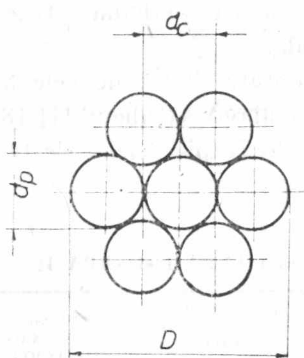


Fig. III.22. Toroane 7 ∅ d.

Toroanele sînt alcătuite din 7 sîrme (6 sîrme periferice înfășurate strîns în formă elicoidală în jurul unei sîrme centrale) și sînt destinate armării elementelor de construcții și construcțiilor din beton precomprimat. Forma geometrică este arătată în figura III.22. Sîrma centrală are diametrul d_c mai mic cu 2,5–5%.

Ca material se folosește sîrma netedă nedetensionată (deci fără tratament final; STAS 6482/2-80).

Pasul de înfășurare a sîrmelor periferice este de 12 ori diametrul toronului. Sensul de înfășurare este în general spre dreapta (STAS 1710-75).

Notarea se face indicînd succesiv: denumirea prescurtată a toronului (numărul și diametrul sîrmelor care alcătuiesc toronul), precum și numărul standardului. De exemplu TBP 7 ∅ 3 – STAS 6482/4-80.

În toron nu se admit sîrme rupte, crăpate, ruginite sau încrucișate. Toronul nu trebuie să aibă zgîrieturi sau turtiri.

Înnădirea sîrmelor se face prin sudare cap la cap la uzină. Rezistența la rupere a sîrmelor sudate trebuie să fie cel puțin 50% din rezistența sîrmei nesudate.

Pentru a nu scădea rezistența toronului, sîrmele nu pot fi sudate în toron decît din 200 în 200 m, marcate vizibil. Fierarul betonist trebuie să verifice unde apar suduri în toron, căci acestea sînt puncte slabe unde se rup toroanele, putînd da naștere la accidente.

Toroanele trebuie să îndeplinească aceleași condiții de derulare ca și sîrmele pentru beton precomprimat.

Încercarea la tracțiune se face pe toronul întreg (STAS 2172-74 pe o probă care a fost luată din toron, după îndepărtarea a 2 m de la ambele capete).

Toroanele se livrează pe tamburi avînd diametrul de înfășurare de 900 mm.

Masa unui toron este de minimum 600 kg. Se admit și toroane de 100 kg. Pe același tambur se pot înfășura mai multe bucăți de toron din același diametru și aceeași șarjă. Toți colacii de sîrmă și tamburii se marchează.

d. **Lițe din două sau trei sîrme** (STAS 6482/4-80). Lițele sînt împletituri de două sau trei sîrme de oțel de același diametru, care după înfuniere sînt supuse unui proces termic de îmbunătățire (detensionare); sînt notate pe scurt LBP (lițe pentru beton precomprimat). Caracteristicile mecanice ale lițelor sînt date în tabelul III.20.

Tabelul III.20. **Caracteristicile mecanice ale sîrmelor LBP**

Tipul liței	Diametrul nominal al sîrmelor componente mm	Forța de rupere a liței F_{min} N (kgf) min.	Forța de curgere convențională $F_{0,2\%}$ N(kgf) min.	Masa medie kg/1 000 m
LBP 2 × 1,5	1,5	6 800 (700)	5 680 (580)	3,00
LBP 2 × 2,0	2,0	11 700 (1 200)	9 800 (1 000)	5,33
LBP 3 × 1,5	1,5	10 100 (1 030)	8 820 (900)	4,70
LBP 3 × 2,0	2,0	17 900 (1 830)	14 890 (1 520)	8,36
LBP 3 × 2,5	2,5	26 400 (2 700)	21 950 (2 240)	10,60
LBP 3 × 3,0	3,0	36 700 (3 750)	30 870 (3 150)	18,80
LBP 3 × 3,7	3,7	52 900 (5 400)	44 100 (4 500)	28,57

Notarea se face indicînd succesiv : denumirea prescurtată, număru de sîrme, diametrul nominal și numărul standardului. De exemplu : LBP 3×2,5 — STAS 6482/4-80.

C. MATERIALE AUXILIARE PENTRU EXECUTAREA LUCRĂRILOR DE ARMĂTURI

Punerea în operă a armăturilor necesită poziționarea lor corectă în cofraje, respectarea toleranțelor, îmbinarea și înnădirea acestora atît pentru armăturile betonului armat, cît și pentru armăturile nepretensionate din elementele de beton precomprimat. Pentru armătura pretensionată trebuie să se asigure și ancorajele de blocare. Pentru poziționarea și fixarea armăturilor, în normele de proiectare și execuție sînt prevăzute cote precise. De regulă poziționarea se asigură prin distanțieri.

1. Distanțieri (suporți)

Prin distanțieri (suporți) se înțeleg toate mijloacele folosite, din beton, oțel, material plastic sau alte materiale, care asigură poziția armăturii la cotele prevăzute în proiect în timpul betonării prin fixarea distanței dintre cofraj și armătură, distanță care se numește *acoperirea cu beton.*

Acoperirea cu beton folosește atît pentru protecția armăturii contra coroziunii, cît și pentru a asigura rezistența elementului de beton.

În general, proiectele nu prevăd mijloacele de fixare a armăturii; ca urmare, acestea sînt foarte diverse.

O fixare sumară și improvizată poate să fie cauza deplasării armăturii în momentul betonării, care duce la o acoperire insuficientă sau prea mare. Acoperirea prea mare poate duce la micșorarea brațului de pîrghie interior ceea ce reduce capacitatea portantă a elementului, în special la elementele de grosime mică. Acoperirea prea mică aduce pericolul coroziunii și poate antrena o diminuare a aderenței armăturii în beton și în consecință se prejudiciază durabilitatea și securitatea construcției.

În lucrările din beton precomprimat punerea la poziția din proiect a firelor, barelor și cablurilor are o importanță și mai mare, impreciziunile putînd avea consecințe mai grave, eforturile unitare din beton și armătură avînd valori mult mai ridicate.

a. **Clasificarea distanțierilor (suporților).** Distanțierii (suporții) se pot împărți după cîteva criterii: materialul din care sînt alcătuiți, forma lor, modul de fixare, funcția pe care o îndeplinesc, tipul de element în care sînt folosiți etc.

Din punctul de vedere al materialului se disting: suporți metalici (denumiți și purici); suporți din material plastic; suporți din mortar de ciment; suporți din azbociment.

Din punctul de vedere al formei și modului de fixare se disting: cale sau blocuri de formă geometrică simplă pe care se așază armătura; suporți tip călăreți pe care se plasează barele sau nodurile plaselor, folosind și ca piese de distanțare între plase sau carcase paralele; distanțieri de tip circular care înconjoară barele și asigură aceeași acoperire de beton în toate direcțiile perpendiculare pe axa barei; suporți continui care sînt destinați să asigure pe fundul cofrajului sau pentru plasele superioare o poziționare egală a armăturilor paralele.

Din punctul de vedere al elementului, suporții pot fi pentru plăci, grinzi și stîlpi.

În cazul elementelor orizontale, dispozitivele de fixare trebuie să suporte: *greutatea armăturii; greutatea rezultată la punerea în operă a betonului; greutatea muncitorilor care circulă pe rețeaua armăturii.*

b. **Suporți metalici.** Se disting 3 tipuri:

1) *Purici*, care pot fi realizați din bucăți scurte de vergea din oțel-beton (deșeuri) tăiate pentru plăci la lungimi de circa 5—8 cm, iar pentru grinzi, aproximativ de lățimea grinzii.

2) *Călăreți*, care folosesc la fixarea plaselor superioare; pot fi călăreți simpli confecționați pe șantier (fig. III.23) sau călăreți prefabricați.

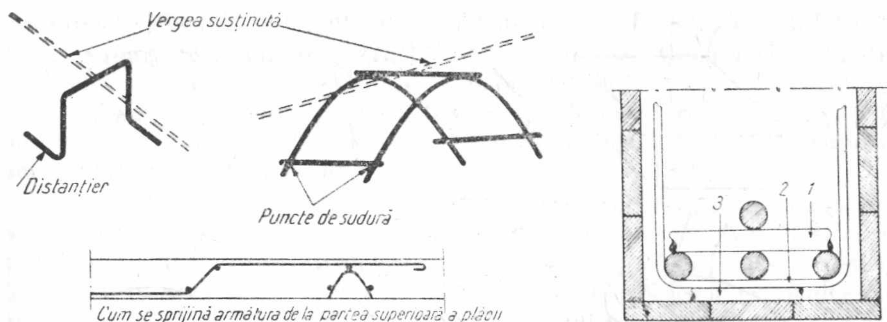


Fig. III.23. Călăreţi simpli şi distanţieri confecţionaţi pe şantier din oţel-beton : 1 — fier de distanţare ; 2 — etrier ; 3 — purice.

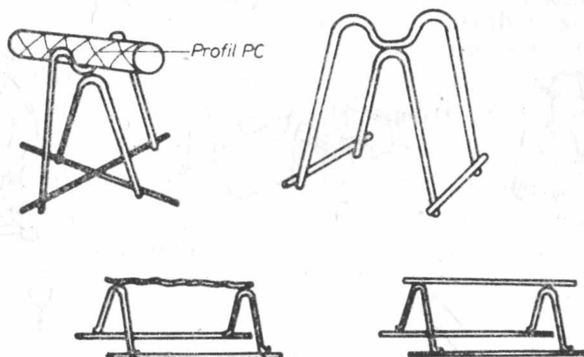


Fig. III.24. Călăreţi şi suporţi metalici continui.

3) *Suporţi continui* (fig. III.24) care, la fel ca şi călăreţii prefabricaţi, folosesc la fixarea plaselor superioare, fiind produşi de unităţi specializate. Formele suporţilor continui şi ale călăreţilor metalici pot fi foarte diferite.

c. **Suporţi din mortar de ciment şi azbociment.** Se folosesc blocheţi de mortar confecţionaţi adesea pe şantier. Tendinţa este de a se prefabrica în serie aceşti suporţi pe maşini simple.

Suporţii pot avea două fire din oţel moale recopt sau galvanizat pentru fixarea de armătură. Pentru a se reduce suprafaţa de contact cu cofrajul, se poate alege forma semisferică sau cilindrică (fig. III.25). Dezavantajul acestor suporţi este acela că rămîn aparenţi şi adesea pot absorbi uleiurile de decofrare.

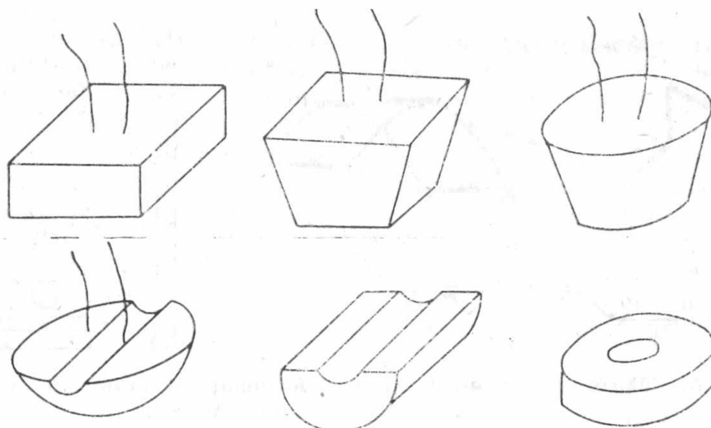


Fig. III.25. Tipuri de blocheți din mortar de ciment și azbociment.

Fig. III.26. Suporți diferiți din material plastic.

Suporţii din azbociment pot fi utilizaţi cu eficacitate similară.

d. **Suporţi din material plastic.** Se disting 3 tipuri (fig. III.26):

1) *Suporţi tip călăreţ* pe care se prind barele.

2) *Suporţi tip scaun* pe care barele stau simplu rezemat şi pot fi folosiţi şi pentru bare încrucişate. În general aceste tipuri de suporţi pot prelua greutăţi mai mari.

3) *Suporţi tip rondelă* (fig. III.27), care sînt fixaţi de armătură prin presiunea axială exercitată de rondela de plastic. Aceşti suporţi sînt în general mai puţin robuşti decît suporţii tip călăreţ şi se pot desface prin presare laterală. Sînt indicaţi pentru armături verticale. Au avantajul că prezintă o porţiune redusă de contact cu cofrajul.

Preţul ridicat al distanţierilor din material plastic este un element care frînează extinderea utilizării lor pe toate şantierele.

e. **Suporţi pentru armătura superioară.** Aceştia sînt de obicei din armătură îndoită (călăreţi), suporţi continui metalici, sau chiar blocheţi înalţi din mortar de ciment. Suporţii din oţel pot fi prevăzuţi cu capace din material plastic.

f. **Condiţii de alegere a tipurilor de suporţi.** Alegerea tipurilor de suporţi revine de regulă executantului care trebuie să se ghideze după considerente economice, tehnice şi modul de punere în operă. Fiecare tip de suport are anumite caracteristici tehnice şi economice (rezistenţă la încărcări locale, deformabilitate, caracteristici tehnice care se modifică

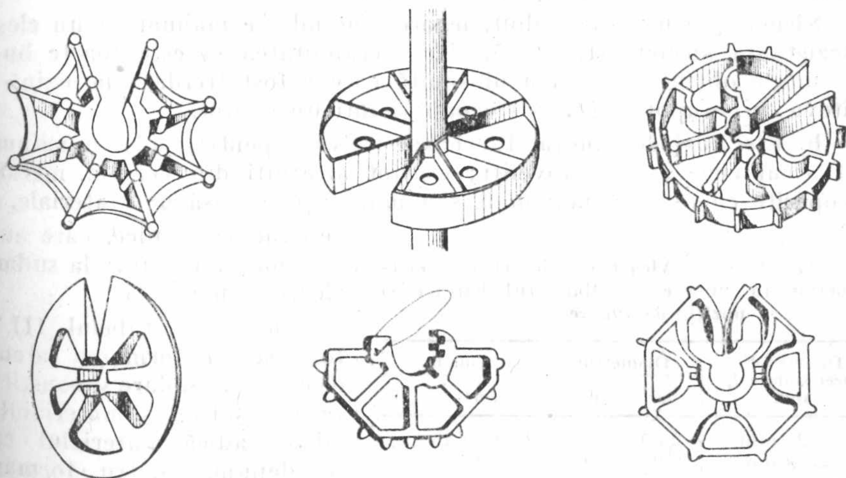


Fig. III.27. Suporţi tip rondelă din material plastic.

la tratamente termice ale betonului sau pe timp friguros, aderența cu betonul, coroziunea armăturii, rezistența la foc, aspectul de suprafață al betonului, rapiditatea de punerea în operă, manipulare, depozitare, preț de vînzare).

2. Materiale de înnădire

La îmbinarea armăturilor pentru betonul armat se folosesc următoarele procedee: *înnădiri prin ancorarea (aderența) armăturilor în beton, armăturile fiind petrecute unele peste altele; înnădiri prin sudare; înnădiri pentru realizarea plaselor și carcaselor (legate și sudate); ancorări ale armăturilor pentru beton precomprimat.*

Pentru realizarea acestor tipuri de îmbinări se folosesc materiale, agregate și tehnologii specifice. Ca materiale se folosesc: sîrma de legat pentru realizarea plaselor și carcaselor sudate, electrozi de sudare și ancoraje etc.

a. **Sîrmă de legat.** Legătura între barele de armătură ale betonului armat, atunci cînd această legătură nu se realizează prin sudare, se face cu sîrmă de legat. În acest scop se folosește *sîrma moale neagră* (recoaptă), (STAS 889-80), cu diametrul de 1 mm. Pentru legarea cofrajelor se folosește aceeași sîrmă de 2 mm.

Sîrma este ușor de îndoit, legarea făcîndu-se manual cu un cleşte. Rezistența sîrmei este slabă, dar lucrabilitatea ei este foarte bună. Sîrma se obține din sîrmă obișnuită care a fost trefilată la uzină de cîteva ori și apoi încălzită (recoaptă) într-un cuptor.

b. **Electrozi de sudură.** Electrozii utilizați pentru sudarea manuală cu arcul electric sînt înveliți; ei sînt alcătuiți din vergele metalice acoperite cu o masă mai mult sau mai puțin groasă de materiale, în general nemetalice, care au o compoziție ce ajută la sudarea electrică manuală.

Electrozii (tabelul III.21) folosesc la formarea arcului electric de sudare și constituie în același timp și materialul de adaos, adică materialul care se depune pentru formarea sudurii.

Tabelul III.21. **Alegerea diametrului electrozilor în funcție de diametrul barelor și poziția de sudare**

Diametrul barei sudate *d*, mm	Diametrul electrodului, mm	
	Orizontal	Vertical
25 mm	2,50 – 3,25	2,50 – 3,25
25 – 28 mm	3,25 – 4,50	3,25
32 – 36 mm	4,00 – 5,00	4,00
40 mm	5,00	5,00

La una din extremități electrodul este dezvelit pe o distanță de 25 mm, pentru a fi prins în cleștele portelectrod.

La electrozii cu grosimi mici, prinderea în cleștele portelectrod se poate face pe o porțiune dezvelită plasată la mijlocul electrodului. Pentru a asigura amorsarea rapidă a arcului, suprafața frontală a electrodului, la extremitatea opusă celei de prindere, este de asemenea dezvelită.

Învelișul electrodului protejează metalul topit de arcul electric, formează o zgură de protecție a metalului topit care se poate îndepărta și asigură continuitatea stratului de sudură, amorsarea și stabilitatea arcului și dirijează deplasarea arcului.

Sudarea se face în conformitate cu prevederile din „Instrucțiunile tehnice pentru executarea prin sudare electrică a îmbinărilor și înnădirilor la armăturile din oțel-beton" C 28-83.

Tipurile de electrozi recomandați, în funcție de calitatea armăturilor, procedeul de sudare, poziția de sudare, sînt date în instrucțiunile C 28-83, tabelul 2.

Tipul de electrozi ales trebuie să asigure, după sudarea cu procedeul prescris, rezistența înnădirii sudate, cel puțin egală cu a barelor sudate.

Electrozii sînt notați conform STAS 1125/1,2-81, dar au și denumiri comerciale în funcție de uzina furnizoare.

În principiu, pentru oțeluri superioare (PC 52, PC 60) sau pentru suduri la poziții dificile, precum și pentru procedeele de sudare în cochilie, se folosesc electrozi bazici.

Capitolul IV

BETONUL ŞI TEHNOLOGIILE DE PREPARARE ŞI DE PUNERE ÎN OPERĂ

A. BETONUL CA MATERIAL PENTRU LUCRĂRILE DIN BETON ARMAT ŞI BETON PRECOMPRIMAT

În condiţiile lucrului pe noile şantiere fierarii betonişti sînt chemaţi să execute şi lucrări de betonare, iar pentru execuţia corectă a armăturilor trebuie de asemenea să aibă noţiuni precise despre execuţia betoanelor.

Betonul simplu se obţine din amestecarea agregatelor : pietriş sau piatră spartă şi nisip cu ciment şi apă, formînd *betonul proaspăt ;* după turnare în diferite forme şi după întărirea cimentului se formează o piatră artificială, denumită *beton întărit*. Piatra de ciment se obţine din întărirea pastei de ciment sau a laptelui de ciment (un amestec de ciment cu apă), care se întăreşte în timp.

Betonul armat este realizat din combinarea betonului simplu care nu rezistă la eforturi de întindere (care pot fi numai 1/10 din cele de compresiune), cu oţeluri sub formă de vergele netede, profilate, plase sudate, care preiau eforturile de întindere.

Din punctul de vedere al execuţiei, betonul armat poate fi turnat monolit, prefabricat sau cu eforturi iniţiale de compresiune transmise prin armături, denumit beton precomprimat.

1. Tipuri de betoane (clase şi mărci)

a. **Clasificarea betoanelor.** Betoanele se pot clasifica din mai multe puncte de vedere. Astfel :

1) *După natura agregatelor*, betoanele se clasifică în betoane cu agregate grele sau naturale, cu agregate minerale uşoare, artificiale

(granulit, zguri metalurgice, deșeuri ceramice) și betoane cu agregate organice naturale sau artificiale (talaș, rumeguș).

2) *După modul de armare*, betoanele pot fi betoane simple, cu sau fără armături, betoane armate cu armături obișnuite (flexibile), betoane armate cu profile laminate, betoane precomprimate.

3) *După procedeul de punere în operă*, betoanele pot fi turnate obișnuit, pompate, injectate, torcretate sau turnate sub apă.

4) *După procedeul de compactare folosit*, sînt betoane necompactate, betoane compactate manual, betoane compactate prin vibrare, betoane centrifugate, betoane vacuumate, betoane vibrovacuumate, betoane presate și betoane vibropresate.

5) *După procedeul de întărire*, sînt betoane întărite în condiții normale, betoane aburite, betoane autoclavizate.

6) *Din punctul de vedere al compactării*, sînt betoane compacte, semicompacte, macroporoase și betoane celulare (în care golurile cu aer ajung la 75%, față de 5–7% la cele compacte, 7–10% la semicompacte și 20–40% la cele macroporoase.

7) *Din punctul de vedere al consistenței*, betonul proaspăt se clasifică în beton vîrtos, beton plastic și beton fluid.

8) *Din punctul de vedere al densității aparente*, betoanele se clasifică în betoane foarte grele (2 500 kg/m^3), betoane grele (2 200–2 500 kg/m^3), semigrele (1 700–2 200 kg/m^3), ușoare (1 000–1 700 kg/m^3), foarte ușoare (sub 1 000 kg/m^3).

9) Betoanele se mai clasifică din punctul de vedere al *lucrabilității* (L_0–L_4) cu tasare 1–9 cm, al *impermeabilității* (P_2–P_{16}), al *rezistenței la îngheț-dezgheț* (G_{50}, G_{100}, G_{150}) conform normativului C.140-85 (anexa 1.2).

b. **Clasele și mărcile betoanelor.** În normativul C. 140-85 și STAS 10107/0-76 s-a introdus clasificarea betoanelor în funcție de „clasă" în loc de „marcă".

Clasa este simbolizată cu B_c (beton clasă) urmată de valoarea rezistenței caracteristice exprimată în N/mm^2 (valoarea minimă statistică sub a cărei valoare se pot întîlni cel mult 5% din rezultate).

Marca este simbolizată cu B după care se înscrie valoarea rezistenței medii (în kgf/cm^2), corespunzătoare unui coeficient de variație $C_v = 15\%$ acceptat convențional că reprezintă o calitate medie a execuției.

Echivalența dintre clasele și mărcile de beton este dată în tabelul IV.1.

Tabelul IV.1. **Echivalența dintre clasele și mărcile betoanelor**

Clasa betonului	Marca betonului	Clasa betonului	Marca betonului
B_c 3,5	B 50	B_c 25	B 350
B_c 5,0	B 75	B_c 30	B 400
B_c 7,5	B 100	B_c 35	B 450
B_c 10,0	B 150	B_c 40	B 500
B_c 15,0	B 200	B_c 45	B 600
B_c 20,0	B 250	B_c 50	B 670
B_c 22,5	B 300	B_c 60	B 800

Rezistențele betoanelor se stabilesc conform STAS 1275-80 de regulă pe cuburi de 20 × 20 × 20 cm sau 10 × 10 × 10 cm, prelevate la locul de descărcare din mijlocul de transport ; astfel, un beton de marca B 100 (B_c 7,5) va trebui să aibă la încercarea de compresiune o forță mai mare decît :

$$F = A\ (\text{cm}^2) \times 1\,000\ \ \text{N/cm}^2 = 20 \times 20 \times 1\,000 = 400\,000\ \ \text{N} =$$
$$= 400\ \text{kN}.$$

2. Elementele componente ale betoanelor (lianți, agregate, adaosuri, plastifianți, apă)

În componența betonului intră două categorii de materiale: cimentul și apa între care se produc o serie de reacții chimice în timpul prizei și întăririi betonului și agregatele care nu participă la reacții fiind elemente inerte. Cimentul poate fi înlocuit și de alți lianți.

a. **Lianții.** Prin *lianți* se înțeleg materialele care leagă granulele agregatelor pentru formarea betonului. Aceștia pot fi de *natură organică* (bitumurile pentru betoane asfaltice pentru drumuri) și de *natură minerală* (cimentul, ipsosul și varul) sau *micști* (amestec de ciment, ipsosuri și polimeri).

În prepararea betonului cea mai mare importanță o au cimenturile.

b. **Cimenturile.** Acestea se obțin prin clincherizarea unui amestec de calcar și argilă în proporții determinate de calitatea cimentului

la care se adaugă componente silicioase, aluminoase sau feruginoase. Materiile prime sînt concasate și încălzite pînă la temperatura de 1 400... 1 450°C într-un cuptor rotativ. Ca urmare a unor procese chimice și fizice se obține un produs dur, clincherul.

Din clincher răcit cu adaosuri de ghips se obține cimentul care are proprietatea ca în prezența apei să se întărească cu întîrziere (începerea prizei este astfel dirijată). Cimentul astfel obținut, fără adaosuri, se numește *ciment portland*.

Dacă clincherului i se adaugă lianți hidraulici (care se întăresc în apă și aer) ca tras, zgură, var, cenușă de furnal etc., în diferite proporții, se obțin tot atîtea calități de ciment.

Cimenturile sînt caracterizate prin *timpul de priză* și *timpul de întărire*, prin degajarea de căldură, prin variația volumului, finețea de măcinare și rezistențele mecanice.

Priza cimentului. Cimentul în contact cu apa suferă o serie de transformări fizice și chimice formîndu-se o pastă de ciment, cu un anumit grad de vîscozitate, care începe să se întărească în timp, devenind rigidă; această rigiditate marchează fenomenul de priză.

Întărirea betonului. După fenomenul de priză, fenomenele chimice și fizice continuă la nivelul granulei de ciment, învelite de un strat impermeabil numit *gel*; aici se produce fenomenul de întărire a granulei de ciment ce absoarbe apa din gel transformîndu-se treptat în piatră de ciment (cîteva săptămîni).

În perioada de întărire betonul trebuie să fie permanent umed pentru a se asigura apa necesară hidratării continue a granulelor de ciment și a se evita contracțiile. Fenomenele de priză și întărire datorite fenomenelor chimice sînt însoțite de degajare de căldură.

Cimenturile sînt cu *priză rapidă* sau cu *întărire rapidă* și cu degajare de căldură mare (pentru betonare pe timp friguros) sau cu degajare mai mică de căldură).

Finețea de măcinare a cimenturilor se caracterizează prin suprafața granulelor de ciment pe gram; rezistența cimentului este proporțională cu finețea de măcinare.

c. **Sorturile de ciment.** Producerea cimenturilor este standardizată. Marca cimentului este simbolizată cu litere ce indică în general compoziția, urmată de cifre care reprezintă rezistența cimentului la compresiune, în N/mm², obținută pe prisme de 4 × 4 × 16 cm, confecționate din mortare plastice și încercate după 28 zile.

Principalele sortimente standardizate sînt:

— F 25; M 30 și Pa 35 (STAS 1500-78. *Lianți hidraulici. Cimenturi cu adaosuri*);

— P 40, P 45, P 50 și P 55 (STAS 388-80. *Lianți hidraulici. Ciment portland*);

— SR 35, SRA 35, HZ 35 şi H 35 (STAS 3011-83. *Cimenturi hidrotehnice şi cimenturi rezistente la sulfaţi*) ;
— PA 300 şi PA 400 (STAS 7055-80. *Ciment portland alb*).

Mai sînt cimenturi pentru destinaţii speciale : sonde, drumuri, piste, produse din azbociment, cu întărire rapidă, cimenturi expansive etc.

În normativul C. 140-85 (anexa VI.1) se recomandă tipul de ciment după natura şi condiţiile de exploatare a lucrărilor.

d. **Agregate.** La confecţionarea betoanelor se pot folosi agregate minerale naturale sau artificiale şi agregate organice (de natură vegetală). Importante sînt agregatele naturale.

1) *Agregatele minerale naturale* sînt constituite fie din *agregate de rîu*, care provin din dezagregarea naturală a rocilor sub acţiunea îngheţului şi dezgheţului repetat şi acţiunilor mecanice produse de apa rîurilor, fie din *agregate concasate*, care se obţin prin sfărîmarea în concasoare a rocilor sau bolovanilor mari, obţinîndu-se agregate colţuroase (în special cele din tufuri vulcanice şi scorie bazaltică).

În STAS 1667-76 se prescriu condiţiile tehnice pentru agregate naturale grele.

2) *Agregatele minerale artificiale* sînt constituite în mod obişnuit din granulit sau argilă expandată.

3) *Agregatele organice* sînt formate din rumeguş, talaş, tocătură de stuf, coji de orez, puzderie de cînepă etc.

Ultimele două tipuri de agregate sînt utilizate pentru betoane uşoare.

Agregatele naturale trebuie să prezinte rezistenţă la acţiuni chimice, să nu aibă impurităţi (sulfaţi etc.) şi să aibă rezistenţe mecanice ridicate.

Mărimea granulelor. Pentru a se obţine un beton cu rezistenţe mari, agregatele trebuie să aibă următoarele mărimi ale granulelor :

0— 7 mm pentru *nisip* (inclusiv nisip de concasare) ;
7—70 mm pentru *pietriş* (inclusiv piatră spartă) ;
70—125 mm pentru *bolovani* (inclusiv piatră spartă).

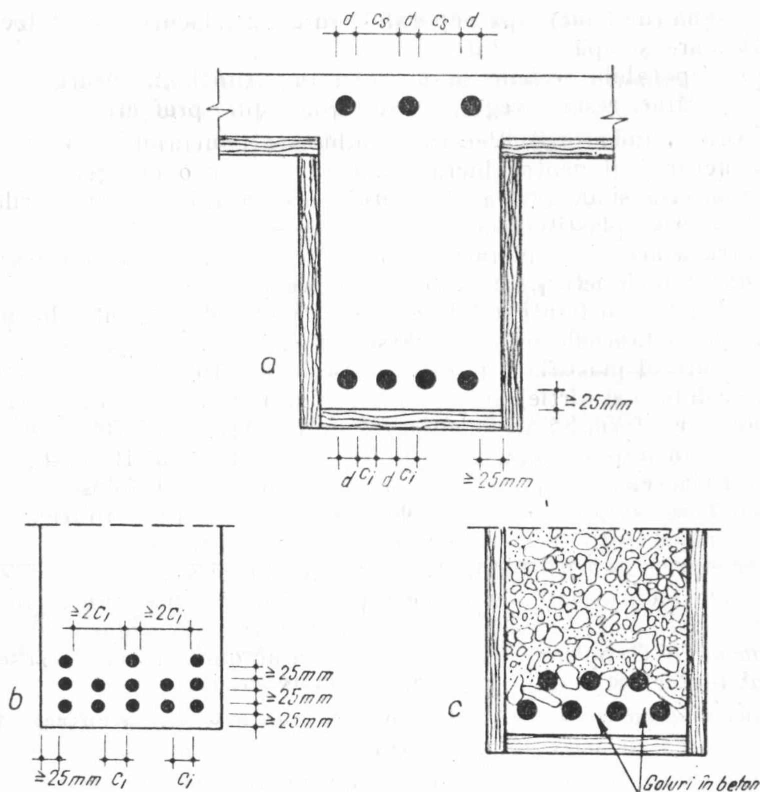
Balastul este un amestec natural de nisip şi pietriş care se poate folosi direct pentru betoane slabe.

Granulozitatea dorită se poate obţine prin sortarea prin ciuruire cu site de diferite ochiuri. Granulaţia poate fi continuă sau discontinuă (pot lipsi anumite sorturi). Proporţia diferitelor granule (de fapt însumarea granulelor pînă la mărimea dată) sau *curbele granulometrice* care indică dacă distribuţia mărimii granulelor este optimă.

Limitele de granulozitate pentru diferite mărci de betoane şi domenii de utilizare sînt date în normativul C.140-85 (anexa V.3).

Granulele nu trebuie să depăşească o anumită mărime : 30 mm la betonul monolit ; 20 mm la prefabricate (sau chiar 15 mm).

Distanţele dintre armături se fixează astfel ca acestea să poată fi bine înconjurate de beton (fig. IV.1, *a—c*).



IV.1. Distanțe minime între armături și între armături și cofraj.

Distanțele de pe figură trebuie să satisfacă condițiile:

$c_i \geqslant 25$ mm; $c_s \geqslant 30$ mm; $c_i \geqslant d$ (d = diametrul barelor).

În afară de aceasta, dimensiunea maximă a granulelor trebuie să fie cel mult 1/3 din dimensiunea secțiunii transversale și 1/2 din grosimea plăcilor.

La betonul simplu se pot folosi și agregate cu dimensiuni mai mari (100–150 mm).

Agregatele se spală de impurități (praf, humus, argilă).

e. **Apa.** Pentru realizarea betoanelor, mortarelor și pentru stropire se poate utiliza în ordinea de preferință următoarele tipuri de apă:

apă potabilă (de băut), apă nepotabilă (din rîuri, lacuri, puţuri, izvoare), apă de mare şi apă minerală.

Apa nepotabilă trebuie să nu aibă impurităţi, mirosuri, produse chimice străine, resturi vegetale (humus), argilă, praf etc.

f. **Aditivi (adaosuri).** Pentru a îmbunătăţi lucrabilitatea betonului şi a structurii lui pentru lucrări la care se cere o omogenitate superioară, impusă şi de forma elementului sau aranjarea armăturilor, se folosesc aditivi plastifianţi.

Pentru a accelera sau întîrzia priza betonului de asemenea se folosesc aditivi întîrzietori sau acceleratori de priză.

Ca aditivi plastifianţi se folosesc plastifiantul dispersant (obţinut din deşeuri de la fabricile de celuloză şi hîrtie, de la fermentarea drojdiei etc.) şi aditivul plastifiant mixt Disan (obţinut tot din deşeurile fabricilor de celuloză şi hîrtie), livrate sub formă de praf în saci de hîrtie sau polietilenă, conform STAS 8626-70 respectiv STAS 8625-70.

Pentru întîrzierea întăririi se foloseşte întîrzietorul Replast.

Pentru accelerarea prizei şi întărirea betoanelor se foloseşte clorura de calciu care este utilă la betoanele care se execută pe timp friguros sau la cele care necesită decofrarea timpurie (STAS 2073-75).

Accelerarea întăririi betonului se poate obţine şi prin *tratare termică cu abur viu* (sub prelate sau capace, camere de aburire, tunel sau turn) sau prin *tipare încălzitoare*. În timpul aburirii trebuie asigurat un raport *apă/ciment (A/C)* optim permanent pentru a nu duce la fisurare şi scăderi ale rezistenţei betonului.

Pentru accelerarea întăririi se mai foloseşte tratarea cu raze infraroşii, tratarea cu aer cald sau cu apă caldă.

Pentru execuţia betoanelor pe timp friguros se mai foloseşte aditivul Antigero.

3. Compoziţia betonului

Fixarea proporţiilor materialelor componente (agregate, ciment, apă, eventual aditivi), constituie stabilirea compoziţiei betonului, care se alege în funcţie de caracteristicile elementului care se execută, condiţiile de transport al betonului, condiţiile de întărire şi de exploatare.

Stabilirea exactă a compoziţiei betonului se face cu ajutorul tabelelor, graficelor etc. de către laboratorul şantierului în funcţie de raportul pietriş/nisip (*p/n*); (0,8 ; 1 ; 1,2), tasarea betonului (0,5 – 8 cm), cantitatea de apă şi ciment, gradul de omogenitate, natura cimentului, domeniul de utilizare etc. În normativul C.140-85 (anexa V, tabelul 13) sînt

date compoziţii orientative pentru diferite mărci de betoane şi domenii de utilizare.

De exemplu, **la betoanele simple se utilizează următoarele dozaje de ciment**: 75 kg ciment la beton marca B 25; 115 kg la B 50; 150 kg la B 75 şi 290—360 kg la marca B 200 (tabelul IV.2).

Tabelul IV.2. **Compoziţii orientative pentru diferite mărci de betoane**

Marca betonului	Lucrabilitatea (tasarea)	Marca cimentului	Diametrul maxim al agregatelor, mm	A/C max.	Dozajul de ciment kg/m³	Apă l/m³	Agregate de balastieră kg/m³ Nisip 0—7	Pietriş 3—31
B 150	L_2—L_3	30—35	31	0,67—0,73	240—300	170—200	610—880	1 350—900
B 200	L_2—L_4	30—35	31	0,59—0,64	290—385	170—240	510—795	1 340—1 010

Proporţiile compoziţiei se obţin cu ajutorul dozatoarelor. În lipsa acestora, cimentul se dozează prin aprecierea greutăţii cimentului din saci, apa cu ajutorul recipientelor gradate, aditivii în % faţă de greutatea cimentului, nisipul şi pietrişul prin volum. La nisip volumul se corectează folosind curba de înfoiere.

4. Prepararea pe şantier a betonului

Betonul se poate prepara manual sau mecanic. Pentru dozarea cimentului, agregatelor şi apei se folosesc dozatoare automate, în următoarea ordine: apa, cimentul, nisipul, pietrişul. După dozare se face *malaxarea* acestora în betoniere cu cădere liberă sau în betoniere cu amestecare forţată cel puţin 30 s. Descărcarea betonului proaspăt se face cît mai repede pentru evitarea începuturilor de segregare.

Tipurile de betoniere folosite la noi sînt: betoniere cu cădere liberă U. 100—19, BL. 2—250, BL 2—500 (de 100, 250 şi 500 l) şi betoniere cu amestecare forţată BF—250, BF—500 (de 250 şi respectiv 500 l). Betonul poate fi preparat şi în staţii centralizate, automate.

5. Transportul betonului la obiect

Pentru a aduce betonul la locul de betonare se folosesc: boburi, macarale de diferite tipuri, jgheaburi sau burlane, benzi rulante, pompe, vagonete etc. Transportul la șantier se face cu agitatoare sau autobasculante cu benă.

Ca mijloace de manipulare intermediare se folosesc recipiente speciale de transport: buncăre basculante, tomberoane, bene cu fund mobil, bene basculante. Se poate efectua și transportul pneumatic al betonului (prin utilizarea aerului comprimat).

Pentru șantiere și centrale de beton aprovizionarea materialelor se face cu următoarele utilaje:

1) *Pentru agregate:* autobasculante 1—ABS—116 (cu bascularea prin spate), AB—45—116 (cu bascularea prin spate și lateral), autocamioane basculante de 3,5; 4 și 4,5 t.

2) *Pentru ciment:* semiremorcile SRC 9 de 9 t, vagoane speciale Zvc—Uces, cu instalație pneumatică pentru transport în vrac.

Durata de transport variază de la 30 la 90 min după temperatura și natura betonului. Pe betonul proaspăt și pe betonul întărit se fac verificări (v. C. 140-85, anexa 5).

6. Punerea în operă a betonului

Înainte de betonare se *verifică terenul și gropile de fundație*, prin verificarea dimensiunilor; săparea ultimului strat se face înainte de turnare. La *controlul cofrajelor și al susținerilor* se face verificarea dimensiunilor, rosturilor, poziția armăturii, verificarea săgeților, reazemelor popilor și contravînturilor, caloților, golurilor pentru instalații etc.; cofrajele se udă cu 2—3 h înainte de turnare.

La armături se verifică poziția lor conform desenelor, distanțele dintre armături, acoperirile cu beton și starea armăturii (rugină, impurități etc.).

După aceste verificări și pregătiri se montează podine pentru circulația muncitorilor și a mijloacelor de transport care trebuie să nu deformeze cofrajul și să nu rezeme pe armătură, lăsînd liber spațiul de betonare.

Înainte de începerea operațiilor de betonare se verifică: funcționarea betonierelor cu dozatoarele de apă, dozatoarele de agregate și ciment, funcționarea benelor, a macaralelor, a pompelor de beton, numărul de vibratoare etc.

7. Turnarea și compactarea betonului

Turnarea se face direct din mijlocul de transport cu măsuri de precauție pentru a nu se produce segregări (separarea pietrișului de masa betonului proaspăt). La elementele de dimensiuni mici turnarea se face cu căușe și lopeți).

Betonul segregat înainte de turnare se reamestecă pentru a-și recăpăta omogenitatea.

Turnarea direct în cofraj nu trebuie să depășească înălțimea de 1,5 m ; la înălțimi mai mari se folosesc tuburi pentru turnare. Se va urmări ca armătura să nu se deplaseze și să fie bine înglobată în beton.

Compactarea betonului la lucrări de volum mic se face cu mijloace manuale (maiuri de lemn sau metalice, lopeți cu muchia teșită, vergele metalice, fig. IV.2, *a—f*).

Colțurile și marginile grinzilor se îndeasă cu șipci și cu vergele metalice.

Compactarea mecanică se face prin vibratoare (fig. IV.3). Vibrarea pune în mișcare particulele componente ale betonului asigurînd astfel aranjarea lor omogenă conform granulației particulelor.

În timpul vibrării betonul este fluid, iar după oprirea vibrării betonul devine compact.

Vibrarea se poate face prin *vibratoare de interior* (obișnuit de formă cilindrică), denumite și *pervibratoare*, și prin *vibratoare de suprafață*

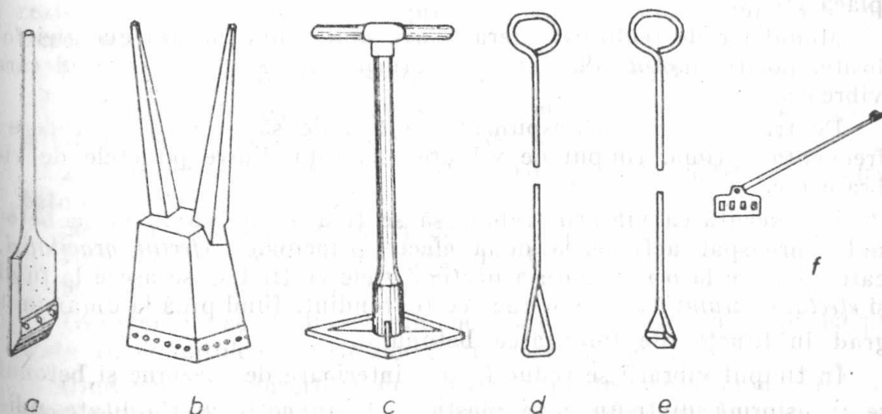


Fig. IV.2. Unelte pentru turnarea și compactarea manuală a betonului.

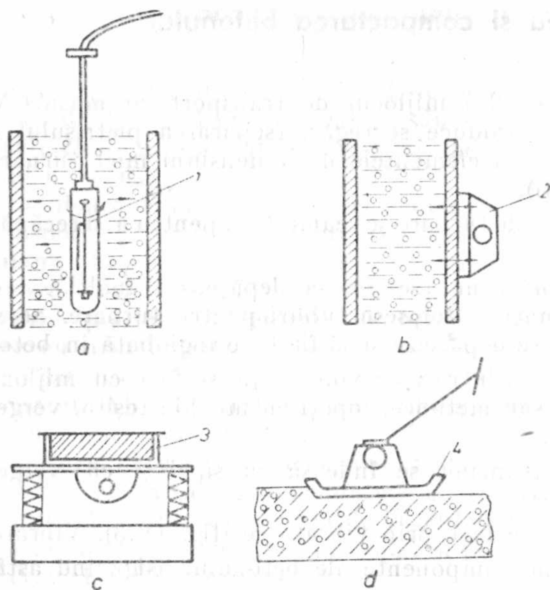


Fig. IV.3. Diferite moduri de vibrare: *a* — vibrare intensivă; *b* — vibrare extensivă cu vibrator de cofraj; *c* — vibrare pe masa vibrantă; *d* — vibrare de suprafață; *1* — vibrator de interior; *2* — vibrator de cofraj; *3* — masă vibrantă; *4* — placă vibrantă.

(*plăci* sau *rigle vibrante*), *mese vibrante* și *mese finisoare* etc.). Vibratoarele de interior pot fi de joasă frecvență (6 500—8 400 oscilații/minut) sau de înaltă frecvență (10 000—19 000 oscilații/minut). Vibratoarele de exterior pot fi cu vibrații circulare, cu vibrații dirijate, vibratoare pneumatice de exterior (cu mai multe presiuni), vibratoare placă etc.

Modul lor de realizare diferă foarte mult după natura energiei folosite, poziția motorului, natura legăturii între motor și organul care vibrează.

Pentru o vibrare corespunzătoare trebuie să se aibă în vedere: frecvența optimă, timpul de vibrare, distanța dintre punctele de vibrare etc.

La executarea vibrării trebuie să se țină seama că în masa betonului proaspăt acționează două efecte principale: *efectul gravitației*, care conduce la o segregare a părților grele ce tind să se așeze la fund și *efectul coeziunii*, care se opune acestei tendințe fiind pînă la un anumit grad în funcție de fluiditatea betonului.

În timpul vibrării se reduc forțele interioare de coeziune și betonul se transformă dintr-un corp plastic, într-un corp cu fluiditate ridicată, apt pentru amestec și omogenizare, dacă forțele de coeziune

nu sînt reduse prea mult, favorizînd depunerea părţilor grele. La oprirea vibrării se refac forţele de coeziune şi betonul capătă o rigiditate relativă (nu se mai poate introduce o vergea).

Greşelile care se pot întîlni sînt : timpul de vibrare redus sau prea mare, distanţele dintre punctele de vibrare prea depărtate sau prea apropiate, întreruperea vibrării (pauze). Aceste greşeli duc la segregări şi la betoane neomogene cu rezistenţă redusă şi permeabilitate ridicată.

Elementele prefabricate se pot compacta prin : mese vibrante, reazeme vibrante, vibratoare de cofraj, prin presare, centrifugare, vibrare cu suprasarcină, vibropresare, vibrolaminare, vibrovacuumare. Nu se admite ca vibratorul să rezeme pe armături.

Modul practic de folosire a vibratorului este arătat în manuale de specialitate (de exemplu în „Cartea betonistului"). Modul de betonare şi compactare diferă de la element la element şi sînt prescrise reguli practice pentru fiecare tip de element.

Straturile de turnare, rosturile de lucru şi tratarea betonului după turnare sînt arătate în prescripţiile de specialitate.

8. Decofrarea

Decofrarea se face după o durată de timp care diferă după : rolul părţii de cofraj (cofrajele laterale se pot îndepărta după o durată de timp mai scurtă) deschiderea elementului, tipul cimentului şi umiditatea mediului înconjurător. La decofrare betonul trebuie să aibă rezistenţe suficiente pentru a prelua greutatea proprie fără a se produce deformaţii şi fisuri în beton.

Îndepărtarea cofrajelor se face, de regulă, astfel :

1) *Părţile laterale*, care au servit numai la preluarea împingerilor laterale, imediat ce muchiile se pot decofra, fără deteriorare.

2) *Elementele de rezistenţă* (părţile principale de susţinere) la vîrsta betonului care asigură rezistenţele de :

50% la deschideri pînă la 2,00 m ;
70% la deschideri între 2,00 şi 8,00 m ;
90% la deschideri peste 8,00 m.

Rezistenţele se stabilesc prin încercarea unor cuburi de probă păstrate în condiţiile lucrării sau prin încercări nedistructive.

Cînd nu se fac încercări, decofrarea se poate face la numărul de zile prevăzut în tabele (la betoane realizate cu ciment portland cu adaosuri de maximum 15%) (tabelul IV.3).

Tabelul IV.3. **Termene de decofrare (zile)**

Temperatura °C	Deschiderea elementului, m		
	2,00	2,00 – 8,00	8,00
5	10	20	35
15	6	12	22
25	5	8	16

Cînd se folosește cimentul cu întărire rapidă numărul de zile se reduce la 60% (deci în loc de 20 zile se ia 12 zile), iar la cimenturi portland cu adaosuri mai mari de 15%, numărul de zile se mărește cu 20%.

Ordinea de decofrare este: părțile laterale ale grinzilor, stîlpii care nu sînt solicitați, plăcile cu deschideri mici și apoi grinzile. Popii se desfac ușor, fără șocuri, prin slăbirea treptată a penelor.

Totuși și după decofrare se lasă o serie de popi de siguranță (la plăci un pop la 120 m² de placă, la grinzi cîte un pop la 3,00 m, la cofrajele pe care se toarnă și se sprijină pe el planșeul proaspăt turnat).

9. Torcretarea

Este un procedeu de punere în operă și compactare a mortarului și betonului prin împroșcare cu aer comprimat cu ajutorul unui aparat compus, de regulă, din două camere de presiune, furtun de cauciuc, duză de injectare și anexe.

Compoziția și granulometria agregatelor trebuie strict controlată.

Torcretarea se aplică pe suprafețe curate și umede. Dacă suprafața este de beton, se buciardează, se curăță prin suflare cu aer comprimat și apoi se spală cu apă sub presiune. Prin torcretare se pierde 30% din material la suprafețele verticale (prin ricoșarea acestuia la primul contact cu suprafața) și 20% la suprafețele orizontale.

10. Betoane ușoare

Betoanele ușoare sînt betoane cu densitate aparentă mică (mai mică de 2 000 kg/m³) în mod obișnuit din agregate ușoare (granulit expandat, zgură expandată, perlit expandat, scorie bazaltică, diatomit etc.).

Principalele caracteristici ale betoanelor ușoare care le fac competitive sînt: reducerea greutății construcțiilor cu 15–14%, utilizarea unor deșeuri (de exemplu zgură de furnal), reducerea costului, confort mai ridicat în locuințe.

Betoanele ușoare pot fi de rezistență ridicată și de rezistență redusă. Cele de rezistență redusă de regulă sînt folosite pentru izolări termice.

Prepararea și turnarea betoanelor ușoare se execută în general cu aceleași procedee ca și betoanele grele cu anumite diferențe, datorită densității diferite a granulelor, gradului diferit de absorbție a apei, rezistenței reduse la sfărîmare în timpul malaxării a granulelor; pentru asigurarea rezistențelor betonului este adesea necesar să se folosească dozaje de ciment mai ridicate. Pentru fiecare tip de agregat sînt elaborate instrucțiuni specifice de preparare, turnare, compactare etc. a betonului.

Rezistența de compresiune a betoanelor ușoare, ca și la betoanele grele, este în funcție de raportul A/C, de rezistența cimentului, rezistența agregatelor etc.

Rezistența la întindere este mult mai mică decît cea la compresiune față de betoanele grele.

Deformațiile de contracție sînt mai mari, iar *aderența* între armături și beton practic este aceeași ca la betoanele grele.

Betoanele ușoare prezintă o *rezistență la foc* superioară betoanelor grele, dar asigură o *protecție mai slabă a armăturilor împotriva coroziunii*. Au o capacitate mai mare de izolare termică (cu 30–40%), dar capacitatea de izolare fonică este mai redusă decît la betoanele grele.

Rezistența la îngheț-dezgheț este mai redusă decît la betoanele grele. Betoanele ușoare se tratează în principiu la fel ca betoanele grele (cu durate diferite). Betoanele se pot utiliza sub formă de blocuri, panouri și fîșii, cu sau fără precomprimare. Betoanele ușoare s-au utilizat și la construcții de poduri, hale industriale, hangare, cupole.

11. Betoane celulare

Betonul celular are o structură poroasă, celulară, repartizată relativ uniform, rezultat a unor procese chimice.

Pentru agregate se folosesc nisipul măcinat, cenușa sau zgura nemăcinată, iar ca lianți se folosesc cimentul, varul sau zgura măcinată.

După modul de fabricare, betoanele celulare se împart în *betoane celulare de tip spumo-beton* (bulele cu gaz sînt încorporate în mortar prin intermediul unei spume) și *betoane celulare de tip gaz-beton* (bulele cu gaz rezultă dintr-o reacție chimică între liant și adaos), folosind un adaos pe bază de aluminiu. Ultimul tip poate fi autoclavizat sau neautoclavizat.

Densitatea aparentă a betoanelor celulare variază între 400 și 700 kg/m³.

Rezistența la compresiune este cuprinsă între 2,5 și 7,5 N/mm². Izolarea termică este superioară pereților de cărămidă (un perete de cărămidă de 31,5 cm este echivalent cu o placă de beton celular de 25 cm). Se pare că izolarea fonică este sensibil apropiată de cea a betoanelor grele. Are rezistență bună la foc, se prelucrează la fel de ușor ca lemnul, dar are dezavantajul de a nu putea fi utilizat în medii cu umiditate ridicată.

12. Betoane aparente

Betoanele aparente sînt betoane gata finisate durabile în timp, realizate cu un parament brut (cu fețe netede, fețe cu textura fibrelor scîndurilor cofrajelor, cu fețe în relief) sau din betoane decorative, prelucrate prin spălare, sablare, buciardare, etc.

Calitatea betoanelor este în funcție de: materiale, compoziția și execuția betoanelor, precum și de calitatea cofrajelor care reprezintă factorul primordial.

Cofrajele pentru betoane aparente se fac din material lemnos, din metal și din materiale plastice.

Materialul lemnos (scîndurile brute sau geluite, ramele etc.) trebuie să fie de foarte bună calitate, cu scoaterea în evidență a fibrelor lemnului. Rosturile se etanșează cu garnituri și se strîng cu cleme. Panourile de cofraj pot fi profilate prin șipci combinate cu prelucrarea prin ardere a suprafeței. Cofrajele metalice sînt economice la reutilizare mare (50 la 150 ori).

Cofrajele din materiale plastice dau suprafețe netede sau profilate ornamental de o calitate excepțională, însă nu sînt pe deplin soluționate prinderile panourilor și comportarea la temperaturi ridicate.

Agregatele trebuie să fie fără impurități, se folosesc de regulă agregate spălate; proporția de părți fine trebuie să fie mai mare.

Trebuie să se folosească la aceeași lucrare același tip de ciment, pentru a nu se obține nuanțe diferite.

Se cere o lucrabilitate mai mare, pentru evitarea segregărilor atît la turnare, cît și la transport (se folosesc plastifianți, agenți de expandare, stabilizatori etc.).

Pentru realizarea aspectului se impune asigurarea strictă a acoperirilor, legarea corectă cu sîrmă, folosirea distanțierilor numai din beton sau material plastic cu suprafața de contact cu cofrajul cît mai mică.

Turnarea betonului trebuie realizată continuu urmată de compactarea prin vibrare de asemenea în mod continuu. Nu se admit pe cofraj stropi de beton și mortar întărit provenit de la stratul anterior.

Se evită pe cît posibil rosturile de turnare, în caz contrar se caută ca acestea să coincidă cu rosturile dintre panouri.

Timpul de vibrare trebuie astfel ales ca să se elimine bulele de aer care se formează în mod obișnuit la contactul betonului cu peretele cofrajului. Se recomandă vibrarea cu vibratorul Electro-Mureș (40–50 min/m³ la stîlpi ; 50–60 min/m³ la grinzi și 60–70 min/m³ la pereți). Distanța buteliei vibratorului față de peretele cofrajului nu trebuie să fie mai mare de 10 cm. Reguli similare se respectă și la vibratoarele de suprafață (10–12 cicluri de cîte 14–16 min/m²).

Decofrarea și pregătirea cofrajelor pentru o nouă operație de turnare se face cu cea mai mare grijă (curățirea cu șpaclu, perii, cîrpe, spălare cu jet de apă etc.). După decofrare (4–7 zile) se menține betonul umed circa 14 zile prin acoperire cu rogojini sau alte materiale menținute umede. Pentru remedieri se aplică pe suprafața betonului fluosilicat de magneziu cu o concentrație de 15% sau un grund cu o emulsie diluată de rășini sintetice.

13. Betoane aparente decorative

Pentru a realiza suprafețe cu efecte decorative, se procedează fie la punerea în evidență a agregatelor mari, fie la o prelucrare a suprafețelor ca cea a pietrei naturale.

Stratul superficial de mortar se îndepărtează prin periere și spălare (după 16–18 h de la turnare) și prin sablare cu jet de nisip, prin tratare cu acid (1/6 acid în apă) și apoi spălare, prin buciardare similară ca la pietrele naturale (buciarda electrică are 1 300–2 000 lovituri/minut și o masă de la 6 la 10 kg), prin dălțuire sau prin șlefuire și lustruire (de regulă în 3 faze începînd după 25–30 h de la desfacerea cofrajului).

Betoanele colorate se realizează cu cimenturi colorate sau cimenturi obișnuite cu coloranți, agregate colorate sau tratare ulterioară cu coloranți.

14. Caracteristici și condiții de calitate pentru fabricarea betonului

Calitatea materialelor de regulă se verifică la sosirea pe șantier și după anumite perioade la materialele degradabile sau la care caracteristicile se modifică în funcție de condițiile de depozitare și starea atmosferică.

Pentru cimenturi se verifică: starea de conservare, priza și constanța volumului și rezistențele mecanice (STAS 5296-77).

Pentru agregate se verifică: compoziția granulometrică și forma granulelor, umiditatea, părțile levigabile și materiile humice, iar în caz de dubiu, conținutul altor impurități (cărbune, mică etc.).

Pentru betonul proaspăt și betonul întărit se fac probe speciale. Astfel:

1) *La betonul proaspăt se verifică*: compoziția betonului (la preparare) aerul oclus, densitatea aparentă și lucrabilitatea (STAS 1759-80).

2) *La betonul întărit*: rezistențele mecanice respectiv marca betonului (STAS 1275-81).

Pentru betoanele care în exploatare sînt supuse unor medii speciale se fac și alte verificări (permeabilitate, gelivitate, contracție).

a. **Starea de conservare a cimentului.** Aceasta se determină prin cernerea a 500 g ciment prin sita nr. 5 (STAS 1077-80). Reziduurile de bulgări rămase pe sită, M(g), se raportează la greutatea cimentului (500 g) obținîndu-se cantitatea de reziduuri (%) ce definesc starea de conservare:

$$\textit{Ciment alterat } [\%] = \frac{M}{500} \times 100\%.$$

b. **Priza cimentului.** Aceasta se determină în laboratorul de șantier cu aparatul Vicat, care stabilește timpul de început de priză (cînd acul nu mai pătrunde complet în pasta de ciment plastică), iar cînd pătrunde numai 1 mm se consideră că priza este terminată.

Constanța volumului și rezistențele mecanice ale cimentului se determină cu aparatură specială în laboratorul șantierului.

c. **Compoziția granulometrică a agregatelor.** Aceasta se stabilește prin ciuruire și trasarea curbei granulometrice care se compară cu curbele etalon (STAS 4605-80).

d. **Determinarea părții levigabile.** Această operație se face prin cîntărirea unei părți de agregate înainte și după spălare (cînd s-a îndepărtat partea levigabilă); de regulă partea levigabilă este 3% pentru betoane de marcă B 250 și 1% pentru betoane de mărci superioare (STAS 4605-80).

e. **Rezistențele mecanice ale betonului.** De regulă se determină rezistența la compresiune, prin luarea de probe, în cuburi cu latura de 30, 20, 14 sau 10 cm. Cuburile se confecționează și se păstrează în aceleași condiții ca betonul pus în operă și se încearcă la diferite vîrste (7, 14 sau 28 zile); încercarea la 28 de zile indică, de regulă, marca betonului (STAS 1275-81).

Pentru turnarea betonului o importanță deosebită o are consistența betonului și lucrabilitatea sa (punerea ușoară în cofraj).

Din punctul de vedere al consistenței betonului se deosebesc 3 tipuri de betoane:

1) *Betonul fluid* care se transportă ușor prin jgheaburi, dar poate să ducă la segregări, la goluri rezultate din evaporarea apei în exces la întărirea betonului. Trebuie vibrat.

2) *Betonul plastic* are consistența similară cu a unui aluat și nu are de regulă segregări.

3) *Betonul vîrtos* are puțină apă, pare a fi un pămînt umed, se prelucrează greu și se întărește mai repede.

O importanță hotărîtoare pentru lucrabilitatea betonului o are raportul în care se găsește în beton apa și cimentul (raportul A/C), care se stabilește de la început în funcție de marca betonului.

Dozajul cimentului (cantitatea de ciment la metrul cub de beton) se stabilește de proiectant sau întreprindere în funcție de marca betonului (v. tabelul IV.2).

f. **Caracteristicile betonului întărit.** La betonul întărit se constată: densitatea, compactitatea, porozitatea și permeabilitatea, variațiile de volum.

Densitatea betonului este dată de greutatea unui metru cub de beton pus în operă, după întărire. Densitatea betonului este funcție de densitatea agregatelor, cantitatea de ciment și mărimea golurilor care depind de raportul A/C.

Compactitatea betonului este cu atît mai mare, cu cît volumul golurilor este mai mic și depinde și ea de alcătuirea granulometrică a agregatelor, proporția de apă minimă, compactarea bună prin vibrare etc.

Porozitatea și permeabilitatea betonului sînt funcții directe de gradul de porozitate. Betoanele cu porozitate redusă au rezistențe mecanice mari și au o durabilitate mai ridicată. Dacă betonul are pori deschiși, care comunică între ei, betonul este permeabil la acțiunea apei.

Variațiile de volum ale betonului se pot datori în principal temperaturii și umidității. Temperatura poate produce o *dilatare termică* sau o *contracție termică*. Alte fenomene care se produc sînt: *contracția la uscare, umflarea betonului* și *curgerea lentă a betonului.*

Prin contracție se înțelege o scurtare a betonului produsă în timp prin uscare prematură sau lentă, care poate produce fisurarea betonului dacă scurtarea este împiedicată prin frecare cu pămîntul sau alte legături.

Betonul menținut în apă se umflă, efectul umflării de regulă este favorabil, producînd reducerea permeabilității betonului.

Betonul supus încărcării se deformează la început, dar se deformează și în timp; deformarea în timp se numește curgere lentă.

Aceste fenomene, direct sau indirect, sînt legate de: natura cimentului și dozajul de ciment, natura agregatelor, raportul A/C, condițiile de turnare și udare timp de 7–14 zile, mărimea eforturilor unitare, vîrsta betonului etc.

Izolarea termică a betonului este slabă, de aceea este necesar, atunci cînd se cere, să se facă o protecție termică la pereții exteriori.

Izolarea fonică a betonului de asemenea este slabă.

Rezistența la acțiunea corosivă a mediului înconjurător este satisfăcătoare, dar pentru medii puternic agresive (apa de mare, industria chimică) trebuie luate măsuri speciale.

B. COFRAJE

1. Generalități

Cofrajele sînt formele în care se montează armătura și se toarnă betonul care apoi se întărește pentru a căpăta profilul proiectat al grinzilor, stîlpilor, plăcilor și fundațiilor, bolților, arcelor etc. Ele au un rol important, consumînd la betoanele turnate monolit multe materiale și manoperă pentru realizarea lor.

De regulă, un cofraj este alcătuit din plinul cofrajului care delimitează conturul betonului și din elementele de susținere și de solidarizare ale acestuia.

Tipurile de cofraje moderne demontabile cu grad ridicat de refolosire sînt alcătuite din platelaje rigidizate (cu rigle), îndeplinind practic atît rolul plinului de cofraj, cît și cel de solidarizare.

Elementele de susținere a cofrajelor trebuie să permită: *decofrarea părților laterale ale cofrajelor fără a demonta elementele de susținere; preluarea încărcărilor orizontale (din vînt sau alte cauze), prin contravînturi; menținerea la cotă fără tasări; la clădiri etajate, transmiterea încărcărilor verticale direct de la pop la pop.*

Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească cofrajele sînt :

1) *Să fie astfel concepute și realizate pentru a suporta greutatea betonului proaspăt, presiunea laterală care o exercită betonul pe pereții cofrajului, încărcările suplimentare date de mijloacele de compactare și vibrare etc.*

2) *Să fie etanșe pentru a nu produce pierderi de lapte de ciment și să aibă rigiditate suficientă la deformații, pentru a suporta introducerea armăturilor și procesele de betonare și compactare.*

3) *Să nu se deformeze sub influența umidității, să nu adere cu betonul și să asigure o calitate corespunzătoare a feței aparente a betonului.*

4) *Să se decofreze ușor, fără lovituri și zdruncinături.*

5) *Să fie refolosite de cît mai multe ori.*

Cerința de refolosire impune să se folosească cît mai multe cofraje de inventar demontabile alcătuite din panouri interschimbabile care să poată fi combinate pentru a face orice tip de cofraj.

Aceste tipuri de cofraje se numesc prefabricate și sînt proiectate pe bază de modulare (de regulă din 10 în 10 cm).

Pentru a se reduce cît mai mult tipurile de elemente care se execută din beton monolit, la proiectarea elementelor și a cofrajelor se are în vedere tipizarea și modularea lor.

Din punctul de vedere al refolosirii, cofrajele se împart în : *cofraje demontabile* și *cofraje nedemontabile.*

Cofrajele nedemontabile nu sînt practic refolosite, ele executîndu-se din scînduri, cuie, lemn rotund etc., la decofrare recuperîndu-se materialele.

Din punctul de vedere al modului de utilizare, cofrajele se împart în : *cofraje fixe* și *cofraje mobile.* Cofrajele mobile practic nu se demontează, decît eventual parțial, ele deplasîndu-se pe măsură ce se toarnă betonul.

Cofrajele se pot realiza din material lemnos, din metal și din material plastic sau din materiale combinate.

2. Cofraje nedemontabile

Cofrajele nedemontabile se confecționează de regulă direct pe șantier, urmînd ca după decofrare să se recupereze un procent cît mai mare de cofraje. Plinul cofrajului se poate realiza din scîndură de 22—24 mm grosime, dulapi de 38—48 mm, placaj rezistent la umiditate de 8 sau 10 mm grosime, tablă de 1,5—2 mm sau chiar plăci din material plastic.

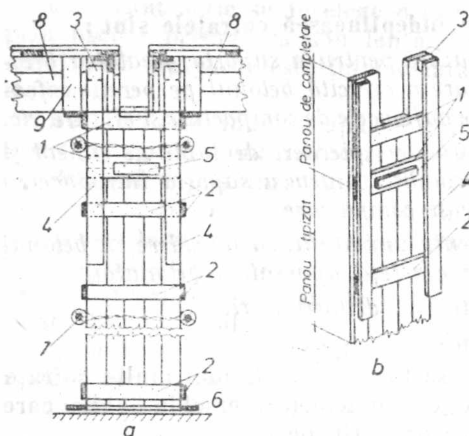


Fig. IV.4. Cofraje pentru stîlpi :
a — alcătuire generală ; *b* — panou de cofraj pentru stîlp ; *1* — chingile panoului de completare ; *2* — chingile panourilor tipizate ; *3* — furură (umplutură) ; *4* — scîndură de solidarizare verticală ; *5* — scîndură de solidarizare orizontală ; *6* — ramă de montaj ; *7* — caloți ; *8* — panou ; *9* — chinga panoului.

Elementele de întărire și rigidizare a cofrajelor se pot realiza din scînduri, dulapi tăiați sub formă de rigle, profile metalice laminate sau formate la rece.

Elementele de susținere și de solidarizare propriu-zise ale platelajului se pot realiza din scînduri sau dulapi montați pe muchie, rigle, bile sau manele din lemn, precum și din profile metalice alcătuite sub formă de elemente speciale de inventar (caloți, popi, grinzi extensibile, șuruburi, dispozitive speciale de prindere etc.).

Cheresteaua folosită la cofraje este din clasa a V-a.

a. **Cofraje pentru stîlpi.** Acestea se asamblează cu chingi de scîndură cu grosime dublă față de grosimea plinului. Solidarizarea cofrajelor se face cu caloți care se montează la 0,60—0,70 m unul de altul, fiind de regulă alcătuiți din doi clești de scîndură care prind între ei doi dulapi sau două bile (fig. IV.4).

Cofrajele au prevăzute tăieturi la partea de jos a stîlpului pentru curățire înainte de turnarea betonului și din 3 în 3 m, ferestre de turnare, iar la partea de sus tăieturi pentru grinzi. La stîlpii înalți presiunea betonului proaspăt se ia prin contrafișe. Cofrajele pentru stîlpi se montează după montarea armăturii.

b. **Cofraje pentru pereți.** Acestea se utilizează la execuția din beton turnat a pereților de subsoluri, ziduri, socluri de fundații etc. La cofrarea pe o singură parte sprijinirea se face prin contrafișe, iar la cofrarea pe ambele părți cofrajele se ancorează la 1,00—1,20 m cu sîrmă de oțel ∅ 6—8 mm care se strînge pentru a prelua presiunea betonului proaspăt (fig. IV.5 și IV.6).

c. **Cofraje pentru plăci și grinzi.** Acestea sînt executate la plăci din astereală de scînduri, la grinzi din panouri de scînduri.

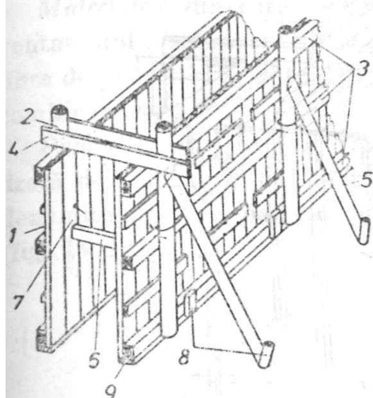


Fig. IV.5. Cofraje din cherestea pentru pereți :

1 — panou ; 2 — montant ; 3 — clești longitudinali ; 4 — clești transversali ; 5 — proptele ; 6 — distanțier ; 7 — legături de sîrmă ; 8 — țăruși ; 9 — scînduri de trasare.

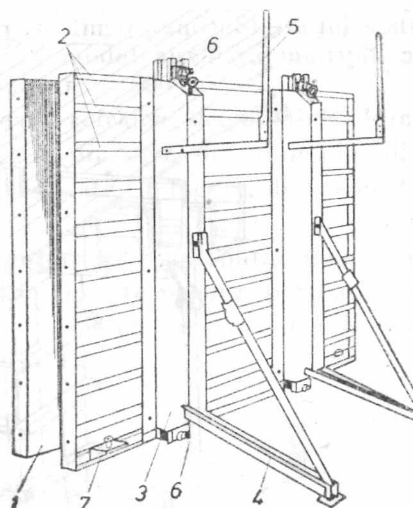


Fig. IV.6. Cofraje pentru pereți din panouri metalice :

1 — față (tablă de 3 mm) ; 2 — coaste profil U ; 3 — grindă ; 4 — scaun ; 5 — elemente de susținere și parapet pentru platforma de lucru ; 6 — tiranți ; 7 — șurub de reglaj.

Rezemările la plăci sînt realizate din scînduri sau dulapi așezați pe muchie care reazemă pe cofrajul nervurilor și acestea pe cofrajul grinzilor. Sprijinirea la cotă se face cu popi simpli pentru plăci și popi în cruce pentru nervuri și grinzi (fig. IV.7).

Popii se execută din bile, de regulă dintr-o singură bucată. Se admite înnădirea lor într-o singură secțiune, pentru cel mult o jumătate din popi, prin eclisare pe 3 sau 4 părți cu scîndură bătută în cuie.

Pentru a asigura transmiterea încărcărilor verticale, popii se așază la distanța de 1,00—1,20 m și se contravîntuiesc pe două direcții cu scînduri în cruce bătute în cuie. Elementelor mai lungi de 4,00 m li se dă o contrasăgeată de 3 mm/m. Popii trebuie rezemați corespunzător pentru a nu avea tasări (tălpi din scîndură sau fundații locale din beton).

Pentru a asigura decofrarea ușoară și refolosirea cofrajelor, acestea se ung înainte de turnarea betonului cu *decofrol*. Ordinea de decofrare și păstrarea popilor de siguranță asigură integritatea betonului turnat pînă la întărirea corespunzătoare a acestuia.

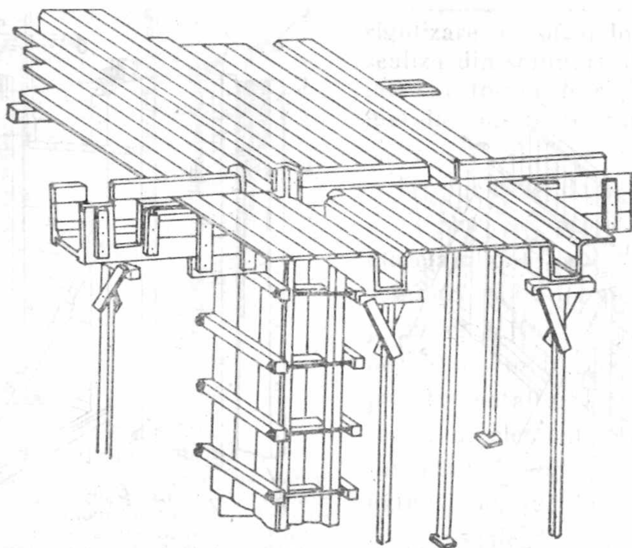


Fig. IV.7. Cofraje pentru grinzi și plăci.

3. Cofraje demontabile

Folosirea cofrajelor demontabile este posibilă numai la construcții executate după ideea de modulare. Modularea înseamnă că toate elementele de construcții (pereții, grinzile, stîlpii, planșeele etc.) au dimensiuni care sînt un multiplu de o dimensiune fixă acceptabilă, numită *modul*, respectiv $l = n \times m$, unde l este una din dimensiunile elementului (lățime, lungime, înălțime), iar m este modulul care are de regulă mărimea $m = 10$ cm sau chiar 5 cm, n fiind numărul de moduli cuprins în dimensiunea luată în considerație.

Pentru construcțiile modulate, pe baza analizei unui număr mare de proiecte se pot executa cofraje de inventar din elemente interschimbabile cu ajutorul cărora se pot executa practic toate elementele care trebuie cofrate.

Elementele de inventar, de cofraj, modulate trebuie să fie rigide, rezistente la reutilizări, manipulabile manual sau cu mijloace mecanice de care dispune întreprinderea de montaj.

Pentru evitarea folosirii de panouri cu dimensiuni mici, se foloseşte de regulă pentru înălţimi şi lungimi un modul auxiliar, multiplu al modulului de bază (de exemplu $m_1 = 5 \times m = 500$ m).

Materialele din care se confecţionează cofrajele demontabile de inventar sînt : scînduri, placaje, din lemn, din oţel, din aluminiu, din fibre de poliesteri armate cu sticlă, cu elemente tip fagure, din elemente combinate etc.

Panourile din scînduri reprezintă forma cea mai puţin industrializată de realizare a cofrajelor. Sînt deja tipizate panouri pentru stîlpi denumite tip *A* şi panouri pentru plăci şi pereţi denumite tip *B* şi *C* (fig. IV.8).

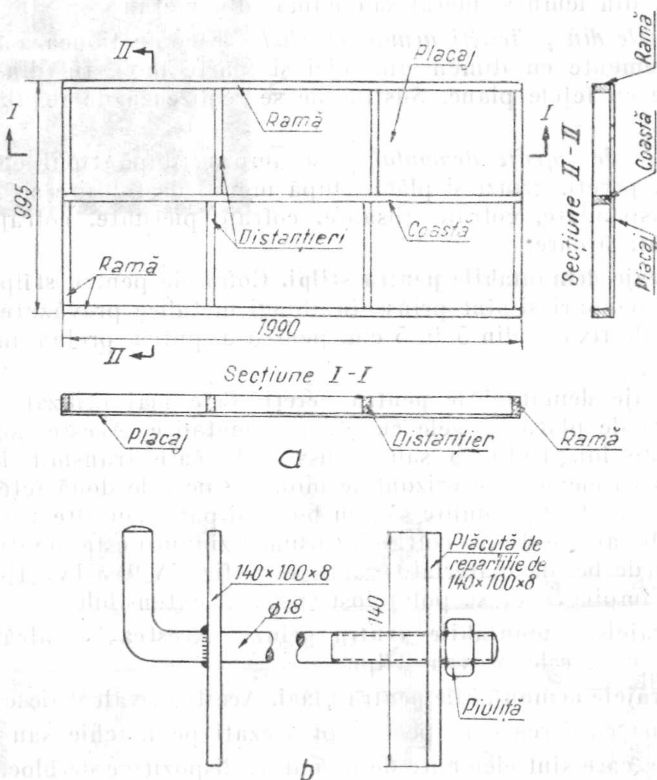


Fig. IV.8. Cofraj cu panouri de placaj (scînduri) :
a — panou ; *b* — detalii şurub strîngere.

Panourile din placaj sînt executate din placaj rezistent la umiditate, ele realizîndu-se ca și panourile din scînduri pe șantier sau în atelierele întreprinderilor ca producție secundară. Pentru rigidizarea panourilor se folosesc coaste care să poată conferi panourilor rezistența necesară preluării presiunilor date de betonul proaspăt.

Panourile metalice sînt alcătuite din tole de tablă din oțel sau aluminiu cu întărituri pe fața care nu vine în contact cu betonul; au de regulă caloți cu șuruburi, cleme de fixare a caloților, clești de asamblare și spraițuri pentru susținerea cofrajului.

Panourile din materiale combinate au fețele în contact cu betonul alcătuite din planșete din scînduri de brad sau din placaj întărite pe cele două laturi cu profile metalice. Se fixează prin cuie sau șuruburi de scheletul de rezistență care poate la rîndul său fie schelet integral din lemn, din lemn și metal sau numai din metal.

Panourile din poliesteri armați cu sticlă se confecționează fie simple, pentru elemente cu dimensiuni mici și foarte mici, fie din elemente tip fagure cu fețele plane. Susținerile se realizează de regulă din alte materiale.

Tipurile de cofraje demontabile se împart după tipul elementului în: stîlpi, pereți, grinzi și plăci. După modul de folosire se împart în cofraje suspendate, cofraje glisante, cofraje pierdute, cofraje mobile, cofraje cățărătoare:

a. **Cofraje demontabile pentru stîlpi.** Cofrajele pentru stîlpi se realizează din panouri și sînt prinse în chingi metalice prevăzute cu găuri și știfturi de fixare, din 5 în 5 cm, pentru a putea prelua împingerea betonului.

b. **Cofraje demontabile pentru pereți.** Cele mai utilizate sînt cele cu panouri de placaj și cele cu panouri metalice. Aceste panouri pot avea coaste longitudinale sau transversale care transmit încărcările ce le revin la elementele orizontale montate pe cele două fețe și prinse cu șuruburi cu filet și piulițe sau cu bucle și pane sau alte sisteme echivalente. Distanțele dintre cofraje (grosimea zidului) este menținută prin distanțieri de beton, material ceramic etc. (fig. IV.9 și IV. 10). Pentru preluarea împingerilor se pot folosi și grinzi extensibile.

c. **Cofrajele demontabile pentru grinzi.** Acestea se alcătuiesc în mod similar cu cele pentru stîlpi.

d. **Cofrajele demontabile pentru plăci.** Acestea se alcătuiesc de regulă din panouri care reazemă pe dulapi așezați pe muchie sau pe grinzi extensibile, care sînt elemente de inventar, dispozitive de blocare.

Susținerea cofrajului la poziție se face de regulă cu popi extensibili (telescopici) sau cu sisteme de blocare. Popii metalici au dispozitive

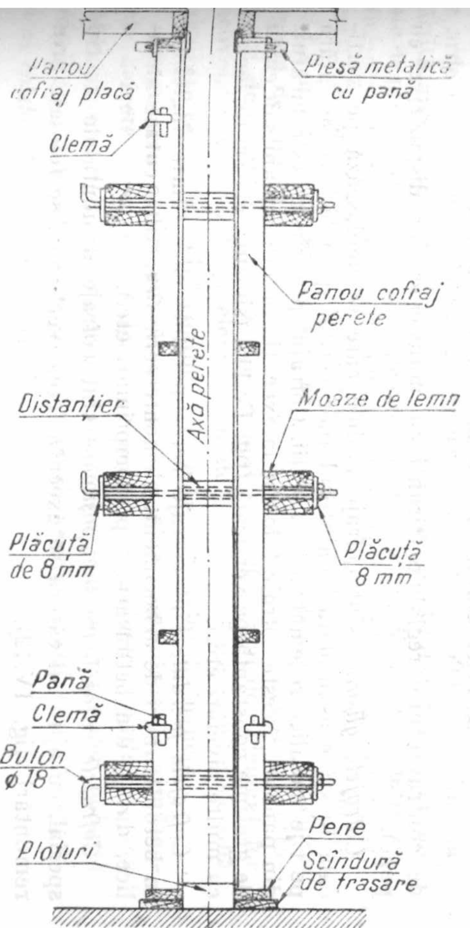


Fig. IV.9. Secțiune verticală prin cofrajul de perete.

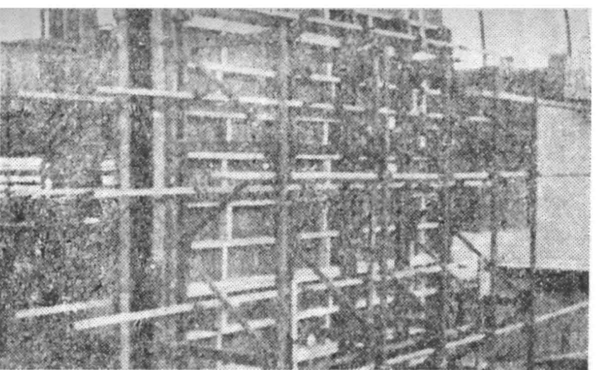


Fig. IV.10. Cofraj demontabil pentru pereți.

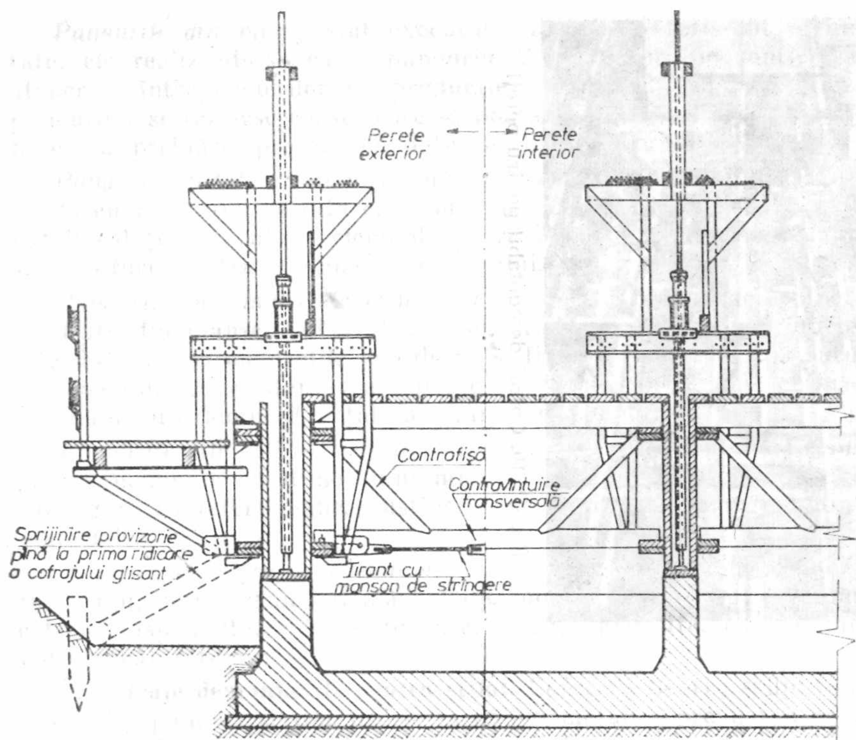


Fig. IV.11. Cofraje glisante pregătite pentru glisare.

de contravîntuire reglabile (tiranţi cu manşoane sau dispozitive cu pene).

Cofrajele glisante sînt cofraje mobile care se deplasează pe verticală în stare asamblată cu ajutorul unor verine speciale care se caţără pe tije metalice rezemate pe fundaţii. Cofrajul propriu-zis este alcătuit din panouri. Aceste cofraje folosesc la execuţia pereţilor plani sau curbi de grosime constantă pe verticală (fig. IV.11), (silozuri, clădiri de locuit cu multe niveluri etc.).

Cofrajele pierdute sînt cofraje nerecuperabile care rămîn înglobate în beton (tuburi de azbociment, elemente ceramice, table cutate metalice, dulapi din beton armat precomprimaţi etc.).

Cofrajele căţărătoare sau păşitoare sînt cofraje demontabile de tip special, cu ajutorul cărora se execută feţele verticale; se folosesc prin remontări (fig. IV.12).

La folosirea cofrajelor și la pregătirea lor pentru betonare trebuie să se țină seama de următoarele :

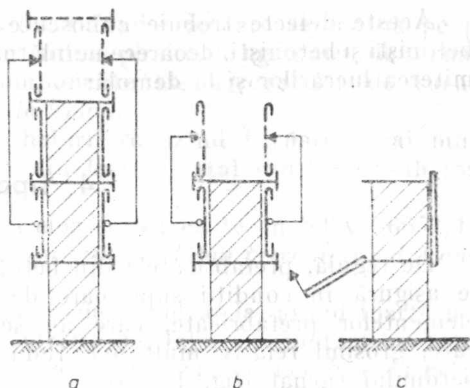


Fig. IV.12. Cofraje cățărătoare : *a* — panouri de cofraje susținute pe rîndul inferior de panouri ; *b* — panouri susținute pe distanțieri ; *c* — basculareа panourilor în jurul șarnierelor.

1) *Tratarea cofrajelor înainte de betonare* ; pentru reducerea aderenței între astereala cofrajelor și beton, cofrajele se ung cu o substanță decofrantă, în soluție caldă aplicată într-un singur strat subțire cu pensula (de regulă motorină cu 6% parafină).

2) *Toleranțele și rosturile cofrajelor*, abaterile dimensionale se verifică la recepția cofrajelor și se corectează pînă la înscrierea lor în toleranță. Pentru a se obține suprafețe netede se etanșează rosturile între panouri cu fîșii din carton mucava de 3 mm grosime, din polistiren de 4—5 cm grosime sau din fîșii de lemn moale de 6—12 mm grosime. Între scînduri se lasă rosturi de 1—2 mm pentru umflarea lemnului.

3) *Cofrajele pentru betoane aparente* se realizează din *placaj tego* (care după 2—3 utilizări se unge cu substanță decofrantă), din *scînduri geluite* sau *scînduri brute*, cu fața tratată cu soluție de acid clorhidric diluat cu 2—4 părți apă (se ține în soluție 2—4 h și se usucă la aer 6 h) ; se arde cu soluție încălzită la temperatura de 40...50°C (parafina încălzită amestecată cu 94% motorină timp de 2—3 min). Cofrajele înainte de preparare se curăță, după caz, cu peria de sîrmă sau cu alte mijloace eficiente. O grijă specială trebuie să constituie curățirea stîlpilor prin ferestrele practicate la partea inferioară a stîlpilor, care se închid.

La baterea scîndurilor se ține seama și de condiția de a nu curge laptele de ciment. La fixarea la cotă a cofrajelor li se creează contrasăgeți de 1/200 și 1/1 000 pentru preluarea deformațiilor elementelor încovoiate, deformațiilor elementelor de susținere, care trebuie să aibă asigurate rezemări nedeformabile (rezemări la nivelul de îngheț).

Executarea necorespunzătoare a cofrajelor poate duce la următoarele defecte : *umflarea stîlpilor ca urmare a desfacerii legăturilor sau cedarea susținerilor ; deformarea pe verticală a grinzilor și plăcilor, datorită cedării terenului sub tălpile popilor, slăbirii penelor de sub popi ; nerespectarea cotelor din plan și de nivel.*

Aceste defecte trebuie cunoscute și prevenite de dulgheri, fierari betoniști și betoniști, deoarece neînlăturarea lor la timp duce la compromiterea lucrărilor și la demolări.

4. Tipare

De regulă, prefabricatele din beton armat se toarnă în tipare, care le asigură în condiții superioare de precizie forma și dimensiunile elementelor prefabricate, care au secțiuni transversale mai complicate, grosimi relativ mult mai reduse datorită calității superioare a betonului turnat (fig. IV.13).

Tiparele se clasifică în : *tipare fixe* (la execuția pe stand) și *tipare mobile* (la execuția în lanț de agregate sau în flux continuu sau conveier).

Tiparele pot fi : *demontabile* (de exemplu tiparele care se desfac la panourile mari) și *nedemontabile* (care au toate părțile fixe și decofrarea se face prin smulgere sau expulzare).

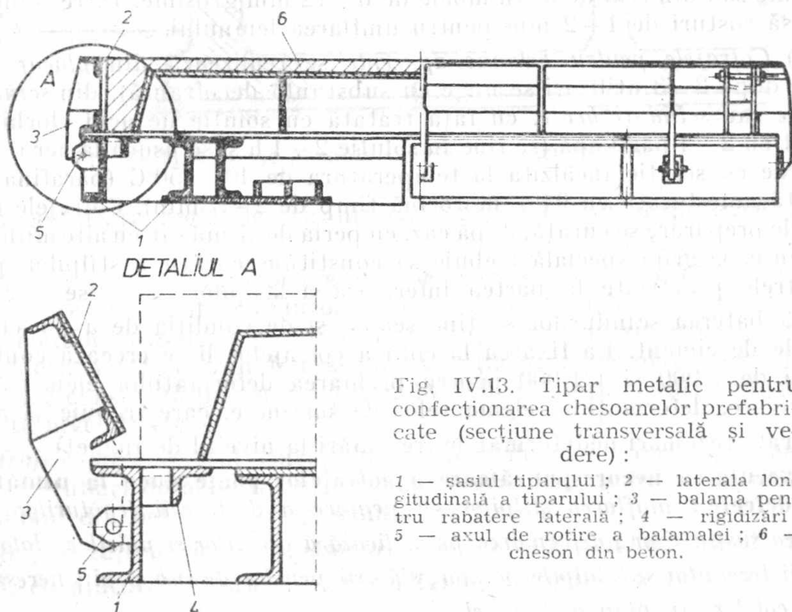


Fig. IV.13. Tipar metalic pentru confecționarea chesoanelor prefabricate (secțiune transversală și vedere) :

1 — șasiul tiparului ; *2* — laterala longitudinală a tiparului ; *3* — balama pentru rabatere laterală ; *4* — rigidizări ; *5* — axul de rotire a balamalei ; *6* — cheson din beton.

Unele tipare sînt incomplete (fără fund cele care se toarnă pe pardoseală și fără pereți laterali care sînt suplinite de agregatul de turnare).

Unele tipare sînt părți componente ale agregatelor de turnare, compactare și finisare *(agregatele tipar)*.

Tiparele pot fi cuplate în baterii realizînd turnarea mai multor elemente ; ele pot fi executate din lemn, metal sau chiar sub formă de matrițe din beton armat.

Condițiile de precizie a tiparelor sînt trecute în STAS 6657/1-76. *Elemente prefabricate de beton, beton armat și beton precomprimat. Condiții generale.*

Tiparele au rigiditate mai mare decît cofrajele, avînd foarte multe reutilizări ; trebuie permanent întreținute, fețele în contact cu betonul se ung cu substanțe care să nu corodeze tiparul, să nu adere cu betonul și să nu lase pete pe beton.

Pentru tratarea în camere de aburire se folosesc tipare care asigură o închidere cît mai completă.

Tiparele încălzitoare au prevăzute pereți dubli etanși între care circulă aburul. Fața liberă a elementului se acoperă cu capac termoizolator sau încălzitor.

Capitolul V

TEHNOLOGII, DISPOZITIVE ŞI UTILAJE NECESARE REALIZĂRII ARMĂTURILOR PENTRU BETON ARMAT

A. OPERAŢII PREGĂTITOARE

1. Generalităţi

Pentru confecţionarea armăturilor pe şantier, în ateliere sau uzine, se folosesc dispozitive şi maşini cu un grad mai mic sau mai mare de complexitate.

În general, operaţiile pe care le suportă armăturile sînt: îndreptarea, tăierea, fasonarea (îndoirea), înnădirea (prin suprapunerea barelor şi prin sudare), confecţionarea carcaselor şi plaselor legate şi sudate etc.

Operaţia de îndreptare este în funcţie de modul de livrare a armăturii (colaci sau legături de bare), forma profilului, rezistenţa oţelului, diametrul barelor şi dispozitivele sau utilajele specifice de care se dispune pe şantier sau în atelier. Această operaţie poate fi făcută manual sau mecanic.

Operaţia de tăiere a armăturilor la lungimea desfăşurată prevăzută în proiect se face manual sau mecanic în funcţie de dispozitivele sau utilajele de care se dispune.

Fasonarea (îndoirea) se face manual sau mecanic în funcţie de dispozitivele şi utilajele de care se dispune, de grosimea barelor, razele de îndoire, calitatea oţelurilor etc. Fasonarea se face după desenele din proiect.

Operaţiile de sudare, atît cele de înnădire în lung a barelor cît şi cele de petrecere pentru formarea carcaselor şi plaselor, sînt incluse de regulă în tehnica sudării armăturii şi nu se realizează de fierarii

betoniști, ci de sudori specializați în sudarea oțelurilor-beton, sau se execută de către agregate complexe pe linii semiautomate sau automate de sudare. Unele operații simple la sudarea prin puncte se pot executa și de fierarii betoniști.

Confecționarea carcaselor și plaselor se poate face în ateliere sau direct la locul de montaj al armăturii, respectiv în cofraje.

Industrializarea producerii armăturilor necesită execuția în ateliere a armăturilor sub formă de carcase și plase sudate.

Operațiile pregătitoare fac parte din pregătirea fabricației elementelor din beton armat și sînt funcție de gradul de organizare a atelierului de șantier, a atelierului centralizat de armături sau cel al fabricilor de prefabricate etc. Problemele atelierelor de armături vor fi tratate la cap. IX.

2. Întocmirea fișei de debitare și fasonare

Pregătirea fabricației se face pe baza proiectului de execuție, din care se extrage armătura, pentru fiecare obiectiv, pe elemente, mărci de armătură, diametre și număr de bucăți, întocmindu-se fișa de debitare și fasonare a armăturii, conform modelului din tabelul V.1.

În planșele de proiectare există și un extras de armătură. Fișa de debitare și fasonare se face pe baza datelor din proiect, care trebuie examinate și înțelese perfect de maistru.

Fișa poate fi întocmită de organele specializate cu pregătirea fabricației sau de către maistru. Fiecare bară va trebui să poarte un indicator din care să rezulte elementul la care se referă și marca armăturii prevăzută în proiect.

Nu este indicată practica de a se lucra direct cu planurile de execuție fără a se face fișa de debitare și fasonare. Fișele de debitare trebuie să fie inserate în carnetul fierarului betonist, putînd face parte din acest carnet.

În atelierele de armături este indicat să fie afișate planșe cu tehnologia de fasonare în care se va arăta pe calități de oțeluri și diametre de bază, razele de îndoiri, mărimea dornurilor și a rolelor pe care se face îndoirea, tehnologia schematică de îndoire, lungimea ciocurilor, lungimea desfășurată a îndoirilor etc.

Pentru completarea fișei (v. tabelul V.1) se dau următoarele indicații :

În coloana 1 se trece denumirea elementului.

În coloana 2 se trece marca armăturii.

În coloana 3 se trece indicativul elementului, de exemplu grinda *A*, *B*, *G* etc., stîlp *S*, *I* etc., placa *P* etc.

Tabelul V.1. **Fișa de debitare și fasonare pentru barele din elementele de beton armat**

Elemente	Marca armăturii	Denumirea piesei	Oțelul beton	Numărul elementelor asemenea	Numărul barelor asemenea: În piesă	Numărul barelor asemenea: Total	Diametrul mm	Extragerea armăturilor
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Grinzi		Grinda G_1	PC 52	1				
	35				2	2	8	L=855 (35)
	36				1	1	20	L=225 (36)
	37—38				2	2	16	87, 45, L=555, 45, 155, 205 (37)
	39—40				2	2	16	42, 43, L=595, 43, 105, 45, 295 (38)
	41				2	2	16	L=840 (41)
	42—43				4	4	12	L=160 (42) (43)
	44				2	2	12	120, 120, L=260 (44)
	34				30	30	6	32, 32, 27, L=105 (34)
Stîlpi	45	Stîlpii S 1—3—4—6	PC 52	4	6	24	20	100, L=155 (45)
	46			4	3	12	20	350, 30, 50, 60 (46)
	47			4	3	12	20	L=485 (47)
	50			4	16	64	6	42, 27, 27, L=150 (50)
Fundații	48	Fundațiile F 1—3—4—6	OB 37	4	4	16	16	10, 42, 45, 70, 15, 15, L=235 (48)
	49			4	24	96	10	L=190 (49)
Plăci	51	Placa 1—2 2—3, 4—5 5—6	STNB	2	13	26	8	148, 9, L=525, 9, 70, 250 (51)
	52			2	13	26	8	L=440 (52)
	53			2	11	22	8	75, 9, L=525, 9, 170 (53)
	54			1	11	11	8	L=855 (54)

În coloana 4 se dă oțelul de armare: de exemplu OB, 37, PC 52, STNB, STPB (v. cap. III).

Coloana 5 conține numărul elementelor similare, deci care au aceleași dimensiuni și același fel de armare.

În coloana 6 se trece numărul de bare de același tip care se găsesc în element.

În coloana 7 se trece numărul total de bare asemenea din elementele de același tip, care se obțin din înmulțirea coloanei 5 cu coloana 6.

În coloana 8 se dă diametrul armăturii, în mm, pentru marca prevăzută în proiect.

În coloana 9 se reprezintă desenul cotat conform proiectului, marca armăturii, poziția ciocurilor(de regulă ciocurile în sus sînt pentru barele de la partea inferioară și ciocurile în jos sînt pentru barele de la partea superioară a grinzii). Se trec de asemenea lungimile, în cm, pe tronsoane, unghiurile de înclinare a barelor care diferă de înclinarea obișnuită de 45° (sau de catetele egale ale triunghiului). Pe desen barele vor figura în poziția în care sînt puse în operă (construcție).

Agrafele și etrierii se figurează în planul în care sînt montate în operă, iar barele din stîlpi în poziție rabătută (culcate), ca și cînd stîlpul ar fi culcat spre dreapta.

Dacă este necesar se vor trece și explicații pentru piesele mărunte (etrieri, frete). Cotele etrierilor sînt pentru exteriorul fibrei barelor.

Pe figură se mai trece lungimea desfășurată a fiecărei bare (*L*). Lungimea barelor de aceeași marcă se obține prin înmulțirea cifrei corespunzătoare din coloana 7 cu *L*, care se trece de asemenea în fișă. Fișa mai conține și o rubrică de observații în care se trec indicațiile speciale cu privire la modul de fasonare, la rece sau la cald, temperatura admisă pentru fasonare pe timp friguros etc.

Fișele se vor îndosaria, pentru a forma caietul de lucru al fierarului betonist. Acest caiet poate fi folositor la recepția lucrărilor ascunse (armături înglobate în beton).

O margine a fișei rămîne liberă pentru însemnări ale fierarului betonist (evidența numărului de bare, numărul comenzii, formațiunea de lucru etc.).

În partea de jos a fișei se întocmește recapitulația, în care se trec mărcile de oțel similare (de aceeași lungime), care folosește la debitarea armăturii după ce a fost îndreptată.

Lungimea desfășurată a unei bare se compune din suma lungimilor fiecărei porțiuni.

De regulă, pe desenele din fișă sînt trecute atît lungimile porțiunilor fasonate, cît și lungimea totală a barei care se fasonează.

Modul cum se stabilesc cotele și lungimile unei bare se arată detaliat la cap. VI.

3. Pregătirea armăturilor în depozit

După întocmirea fișelor de debitare și fasonare se stabilește, cu cîteva zile înainte de începerea operațiilor de debitare și fasonare, cantitatea totală de oțel-beton, pe calități de oțel (OB 37, PC 52, PC 60 etc.) și pe diametre, care se vor îndrepta, debita (tăia) și fasona, indicîndu-se

pe formații de lucru cantitatea totală de armătură pentru o perioadă determinată, de regulă pentru 10 zile.

Armăturile care urmează a fi luate din depozit pentru debitare și fasonare vor fi stabilite de șeful de depozit, care va trebui să indice calitatea oțelului și diametrul barelor, certificatele de calitate pe care le deține și oricare alte date necesare stabilirii calității.

Maistrul sau șeful echipei de fierari betoniști întocmește planul de muncă.

Prima verificare. În depozit va alege cantitatea de oțel care rezultă din recapitulația din fișe, verificînd calitatea oțelurilor (OB 37, PC 52, PC 60, PC 90), pe baza profilului indicat în STAS 438/1-80, și profilul și calitatea sîrmelor și plaselor sudate pe baza STAS 438/2-80, STAS 438/3-80 și a standardelor pentru sîrme, toroane și lițe pentru beton precomprimat conform STAS 6482/1, 2, 3-80 și STAS 6482/4-80.

Calitatea oțelurilor va fi identificată pe baza profilului, a marcajului cu vopsea sau a plăcuțelor metalice, folosite de Combinatul Metalurgic din Cîmpia Turzii (C.M.C.T.) pentru sîrmele și produsele din sîrmă pentru beton precomprimat.

A doua verificare. Este cea pentru diametrul barelor de oțel-beton (v. cap. II, c) și se face, de asemenea, în depozit cu șublerul, calibrele pentru măsurarea diametrului sau în lipsa acestora cu cleștele patent sau metrul.

Înlocuirea oțelului prevăzut în proiect cu un altul diferind prin calitate sau diametru se poate face numai cu aprobarea proiectantului.

Măsurarea diametrului trebuie făcută cu atenție pentru confruntarea cu diametrul nominal trecut în standard, precum și a abaterilor dimensionale conform standardului sau datelor din prezenta lucrare.

Valorile găsite se consemnează pe o notă care se transmite șefulu de șantier sau lot.

Colacii sau barele care depășesc toleranțele negative nu se folosesc la fasonare, ele se notează și rămîn în depozit pentru alte destinații.

A treia verificare. Este proba de îndoire la banc, pentru fiecare diametru și calitate de oțel sosită cu același certificat de calitate. Proba de îndoire se face la unghiul prevăzut în standardul pentru fiecare calitate de oțel. Colacii sau legăturile de bare care nu corespund la proba de îndoire se înseamnă și se îndepărtează deoarece nu se admit a fi puse în operă.

Oțelul-beton care corespunde din punct de vedere calitativ se transportă și se grupează pe diametre lîngă linia de îndreptare și fasonare pentru a se lua o hotărîre asupra folosirii acestora.

Înainte de operația de îndreptare se vor pregăti armăturile cu respectarea condițiilor din *„Normativul pentru executarea lucrărilor de beton și beton armat“* C. 140-85; *„Normativul pentru executarea*

lucrărilor de beton precomprimat C. 21-85 şi STAS 1799-81. *„Construcţii de beton, beton armat şi beton precomprimat. Prescripţii pentru verificarea calităţii materialelor şi betoanelor destinate executării lucrărilor de construcţii din beton, beton armat şi beton precomprimat"* sau alte prescripţii speciale cu privire la respectarea condiţiilor de transport (v. cap. X.C).

Dacă nu sînt îndeplinite condiţiile de transport şi depozitare şi în caz de dubii, se vor efectua încercări (STAS 1799-81).

B. TEHNOLOGII SIMPLE DE DESCOLĂCIT, ÎNDREPTAT ŞI TĂIAT ARMĂTURILE

Prima operaţie tehnologică de confecţionare a armăturilor este operaţia de îndreptare care este diferită la armătura livrată în colaci, faţă de armătura livrată în legături de bare.

Dispozitivele de îndreptare sînt funcţie de calitatea oţelului (rezistenţa lui), diametrul barelor colacului, la armăturile livrate în colac, şi chiar de greutatea acestuia. Oţelurile-beton laminate la cald şi livrate în colaci se descolăcesc cu atît mai greu, cu cît oţelul are o rezistenţă mai mare, diametrul barelor este mai mare şi diametrul colacului este mai mic, deoarece aceste oţeluri ies din laminor sub formă plastică (bare înroşite), care se răcesc pe vîrtelniţa de lîngă laminor.

Oţelurile de înaltă rezistenţă pentru beton precomprimat, sîrmele şi produsele din sîrme (toroane şi liţe) de regulă sînt înfăşurate în colaci de dimensiuni mari sau pe tamburi de lemn de dimensiuni mari (toroanele) ; diametrul interior al colacului se alege astfel ca oţelurile să se deruleze cu o săgeată mică fără să aibă nevoie de o operaţie de îndreptare ca la oţelurile laminate la cald. Aceste tipuri de oţeluri se numesc autoderulante (diametrul colacului este în jur de 2,00 m).

1. Îndreptarea prin întindere cu troliul manual a oţelului-beton livrat în colaci

Descolăcirea şi îndreptarea se face pe o platformă, de regulă betonată, cu o lungime de 50 m şi o lăţime de 2—3 m.

Îndreptarea barelor din colaci la şantierele care nu au maşini de îndreptat se face obişnuit prin întindere dacă oţelul nu este prea dur

şi colacul nu are diametrul prea mic. Oţelurile PC 60 de diametre 10 şi 12 mm care sînt livrate în colaci cu diametrul mic sînt greu de îndreptat prin întindere. În acest caz îndreptarea se face la banc cu mijloace manuale. Îndreptarea trebuie făcută la un efort relativ mic, care nu va depăşi jumătate din forţa corespunzătoare limitei de curgere. Controlul întinderii se face fie prin forţă fie prin lungire.

Forţa de întindere este funcţie de rezistenţa oţelului şi diametrul barelor. De exemplu, la o bară din oţel PC 60 cu diametrul de 10 mm forţa maximă de întindere va fi : $F \leqslant 0{,}5 \times 420 \times 785 = 16\,490$ N, unde limita de curgere $R_{p0,2} = 420$ N/mm² şi secţiunea $A = 785$ mm²; în mod obişnuit forţa nu depăşeşte cîţiva kilonewtoni.

Dacă controlul se face prin lungiri, atunci lungirea totală maximă se calculează din condiţia ca lungirea procentuală să nu depăşească 0,3% (3 mm/m), respectiv pentru o bară de 50 m lungime lungirea ei prin întindere nu trebuie să depăşească valoarea $A_l = \frac{0{,}3 \times 5\,000}{100} = 15$ cm.

Dacă prin operaţii preliminare se stabileşte că oţelul se îndreaptă la eforturi sau lungiri mai mici, se folosesc la îndreptare acele date.

Pentru operaţia de întindere sînt necesare următoarele dispozitive: un troliu manual bine fixat la capătul platformei prin intermediul unui cablu flexibil, doi cleşti de tipul celui arătat în figura V.1, un cablu sau un lanţ de întindere, un punct fix la celălalt capăt al platformei (stîlp bine înfipt în pămînt), metru pentru măsurarea lungirii etc.

Ordinea obişnuită a operaţiilor este: se fixează troliul, se prinde unul din cleşti de capătul fix (stîlp) cu un cablu sau lanţ, colacul de oţel-beton se duce lîngă stîlpul din capătul platformei (stîlpul de ancorare), iar capătul liber al barei se prinde în cleştele de la capătul fix, apoi colacul se rostogoleşte pînă în apropierea troliului unde bara de oţel-beton se taie din colac cu foarfeca şi se prinde cu al doilea cleşte de cablul flexibil al troliului (prinderea se poate face înainte de tăiere dacă barele au tendinţa de reîncolăcire). Cu troliul se începe întinderea lentă pînă cînd oţelul se pune sub tensiune slabă, după care se marchează pe platformă şi pe bară lungimea barei înainte de începerea întinderii propriu-zise (se pot folosi şi stative speciale de lemn cu gradaţii pentru urmărirea deplasării capătului barei).

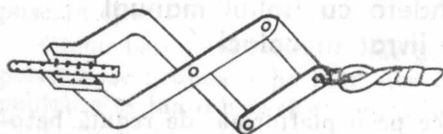


Fig. V.1. Cleşte pentru îndreptarea prin întindere a vergelelor subţiri de oţel-beton.

Întinderea troliului se continuă pînă cînd oțelul se lungește cu mărimea stabilită.

Controlul lungirii se poate face cu orice fel de dispozitiv improvizat care poate indica lungimea totală în centimetri. Lungirea se poate măsura cu metrul pe platforma betonată, urmărind deplasarea capătului barei de lîngă troliu, pînă la atingerea reperului stabilit.

După îndreptare urmează operația de debitare la lungime, care se poate face pe platforma betonată sau lîngă standul de fasonare.

2. Îndreptarea la o instalație de îndreptat cu troliu electric a oțelului-beton livrat în colaci

Instalația dispune de următoarele dispozitive (fig. V.2): o baterie de vîrtelnițe *(1, 2)* bine ancorate în pămînt pe care se pun colacii; troliul electric fixat de platformă *8*; dispozitivele anexe: stîlpi de ancorare *3*, plăci de ancorare și fixator cu excentric *5*, dispozitiv de întindere *4*, cablu fără sfîrșit *6*, plăci cu cîrlige de întindere *7*, cabluri de întindere *8*, cadru ghidaj *9* și opritor *10*.

Pentru o astfel de instalație dispozitivele anexe au o alcătuire variată. Șantierele pot să-și construiască dispozitive improvizate.

În continuare se dau cîteva exemple de dispozitive.

1) *Stîlpii de ancorare și dispozitivele de întindere* pot avea alcătuirea din figura V.3 și anume un stîlpișor de lemn cu contrafișa *6*, cercei de prindere *1* și *2*, bara de blocare *5*, manșonul de strîngere *3*, scripetele *4* prin care trece cablul fără sfîrșit.

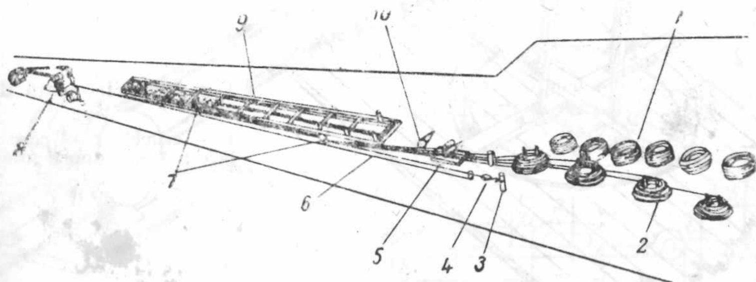
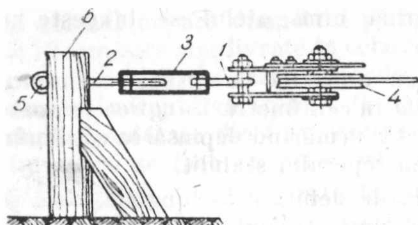


Fig. V.2. Instalație pentru îndreptat oțel-beton livrat în colaci.



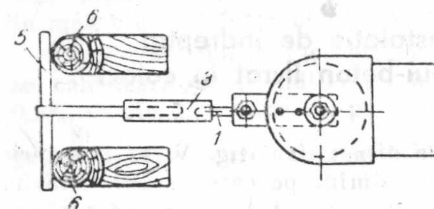
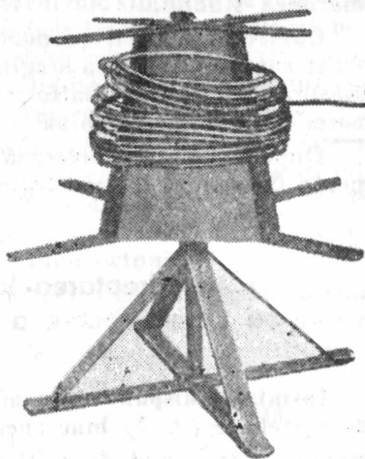


Fig. V.3. Stîlpi de ancorare şi dispozitive de întindere.



Vig. V.4. Vîrtelniţă simplă.

2) *Vîrtelniţele* pot fi simple sau duble de inventar (fig. V.4) alcătuite în principiu dintr-un batiu fix şi un sistem mobil cu ax central pe care se aşază colacul. Vîrtelniţele moderne sînt prevăzute cu dispozitiv de frînare şi o cruce la partea superioară care împiedică colacul să sară de pe vîrtelniţă.

În figura V.5 se arată o vîrtelniţă care se poate executa pe şantier. La acest tip de vîrtelniţă batiul este format dintr-o podină de lemn

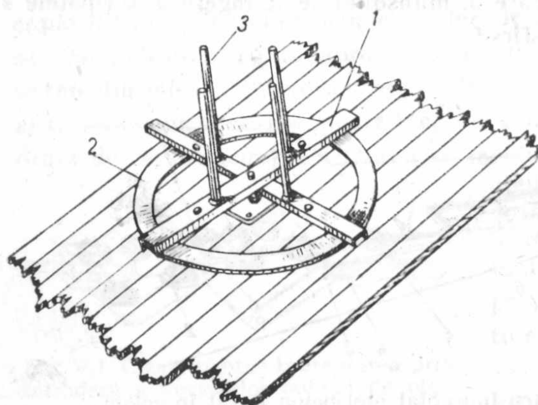


Fig. V.5. Vîrtelniţă de şantier :

1 — cruce ; 2 — cerc de rulare ; 3 — suporţi din ţeavă.

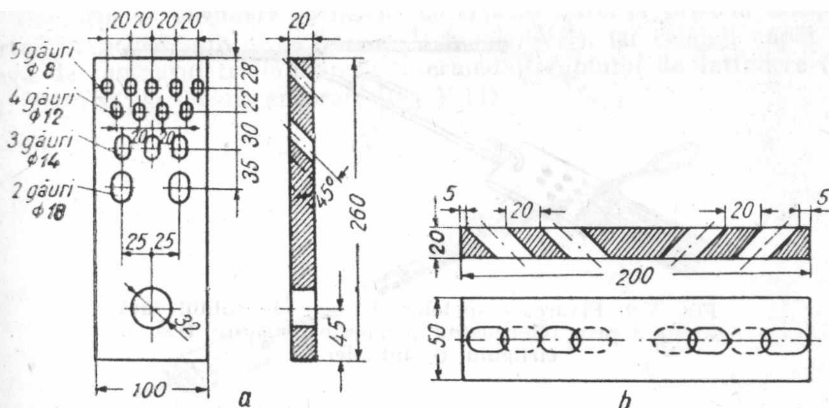


Fig. V.6. Plăci de ancorare.

pe care este montată o placă de bază cu un pivot în care se rotește o cruce solidarizată cu un cerc de metal ; pe cruce se pot monta suporți din țeavă.

3) *Plăcile de ancorare* pot fi de tipul celor din figura V.6, *a*, *b*, care permit fixarea concomitentă a mai multor bare de oțel ce se introduc în găurile plăcii unde se fixează prin îndoire și se înțepenesc sub efortul de tracțiune.

4) *Fixatorul cu excentric* reprezintă un sistem simplu de blocare pentru barele din oțel moale și diametru mic care necesită un efort redus pentru îndreptarea prin întindere după descolăcire (fig. V.7).

5) *Cîrligele de întindere* sînt auxiliare de fixare a plăcilor de ancorare de cablul fără sfîrșit (fig. V.8 și 5.9).

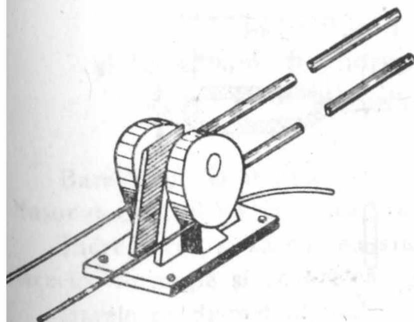


Fig. V.7. Fixator cu excentric.

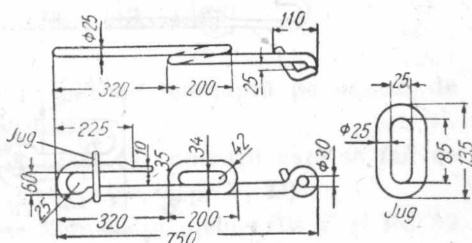


Fig. V.8. Cîrlig de întindere.

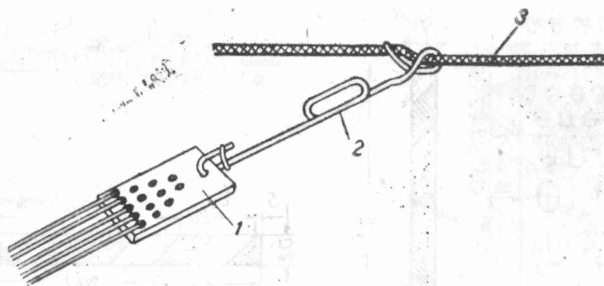


Fig. V.9. Fixarea capetelor barelor de cablul fără sfîrșit *3* prin intermediul plăcii de ancorare *1* și al cîrligului de întindere *2*.

6) *Cablul de întindere* este prevăzut cu cîrlig și ochet și cu ajutorul lui și al plăcii de ancorare se pot fixa barele de oțel de cablul de pe tamburul troliului (fig. V.10).

Operațiile de descolăcire la instalația cu troliu electric sînt :

1) *Montarea colacilor pe vîrtelnițe.*

2) *Prinderea capetelor barelor de pe colacii puși pe vîrtelniță de cablul fără sfîrșit (v. fig. V.9), prin intermediul plăcuței de ancorare (v. fig. V.6) și cîrligului de întindere (v. fig. V.8).*

3) *Descolăcirea se realizează prin acționarea cablului fără sfîrșit de către troliu, al cărui motor a fost pus în funcțiune ; derularea cablului fără sfîrșit este asigurată de faptul că celălalt capăt al său este legat de stîlpul de ancorare cu scripete (v. fig. V.3).*

4) *Operația de descolăcire se termină cînd cîrligul de întindere a ajuns la capătul cursei cablului fără sfîrșit, cînd se oprește și motorul.*

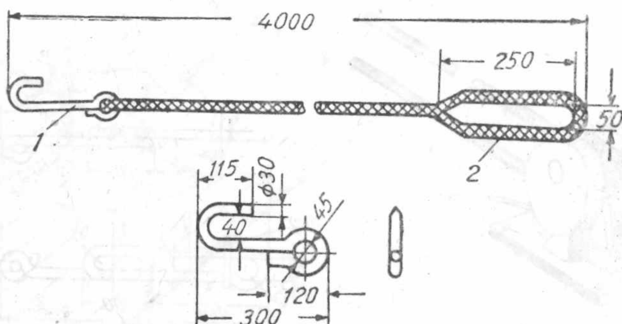


Fig. V.10. Cablu de întindere.

Operaţia de întindere se începe cu fixarea barei la capătul dinspre vîrteiniţe prin fixatorul cu excentric (v. fig. V.7), iar celălalt capăt se leagă de tamburul troliului prin intermediul cablului de întindere (v. fig. V.10) şi plăcilor de ancorare (fig. V.11).

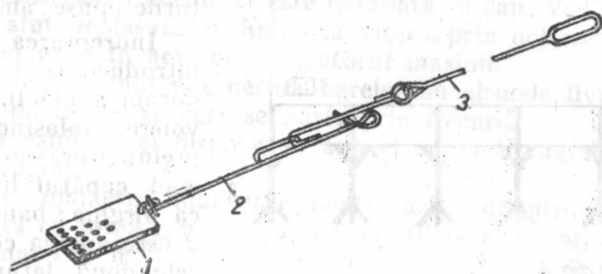


Fig. V.11. Fixarea capetelor barelor de oţel-beton de troliu prin intermediul plăcii de ancorare *1*, al cîrligului de întindere *2* şi al cablului de întindere *3*.

Îndreptarea propriu-zisă începe prin acţionarea troliului în aceleaşi condiţii ca la îndreptarea cu troliul manual, pînă cînd se realizează lungirea procentuală stabilită (maximum 0,3%). După îndreptare se roteşte tamburul troliului înapoi, bara se aşază prin greutatea proprie pe platformă, apoi se eliberează din fixator şi din placa de ancorare. Se taie barele de pe platformă cu cleştele la lungimile cerute conform fişei de debitare. Se transportă barele în fascicule pînă la bancul de lucru.

Folosirea tractoarelor sau a altor mijloace de întindere nu este recomandabilă.

3. Îndreptarea cu dispozitive simple şi la maşini de îndreptat cu role şi cu cap rotitor a oţelului-beton livrat în colaci

Barele de diametre mari ∅ > 12 mm se îndreaptă pe bancul de fasonat cu chei cu sau fără prelungitor.

Îndreptarea şi fasonarea sînt în acest caz operaţii care se fac de aceeaşi formaţie şi cu aceleaşi dispozitive (v. cap. V, D).

Barele cu diametrul mai gros de 12 mm din oţeluri OB 37 şi PC 52 şi oţeluri PC 60 şi PC 90 cu diametrul mai gros de 10 mm se îndreaptă

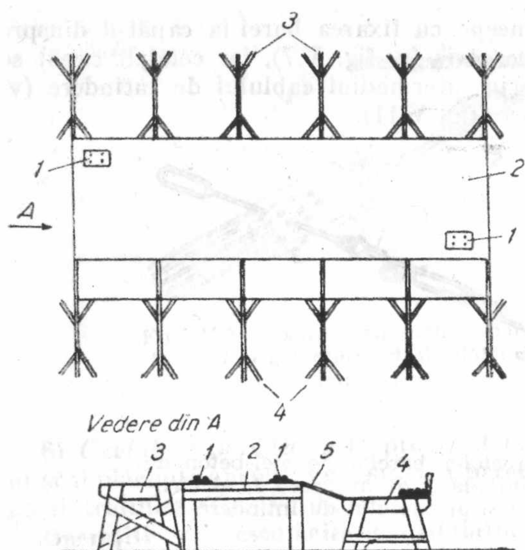


Fig. V.12. Banc pentru îndreptarea barelor groase.

manual pe un banc obişnuit (fig. V.12) care dispune de o serie de dispozitive anexe (plăci metalice cu dornuri *1*, fixate cu buloane în colţurile opuse ale bancului).

Îndreptarea se face după introducerea barelor între dornurile plăcii, prin încovoiere, folosind cheia cu prelungitor, sau direct, folosind capătul liber al barei ca pîrghie ; bancul de lucru *2* este adesea completat pe cele două laturi cu capre pentru depozitarea barelor de îndreptat: ansamblul de capre *3* şi capre joase *4* pentru barele îndreptate (care sînt dirijate spre acest ansamblu de capre prin planul înclinat *5*).

Barele de diametru mic se îndreaptă la maşini cu role sau la maşini cu cap rotitor.

Îndreptarea se face prin curbarea succesivă în unul sau două planuri, cu ajutorul unor role de diametre convenabile, alese în funcţie de diametrul barelor care se îndreaptă ; un alt parametru important este raza de curbură (respectiv săgeata *f*) care se imprimă barelor. Săgeata este reglabilă şi rezultă din poziţia reciprocă a rolelor.

Poziţionarea rolelor se face astfel încît săgeata din curbare să descrească pînă la îndreptarea completă (fig. V.13).

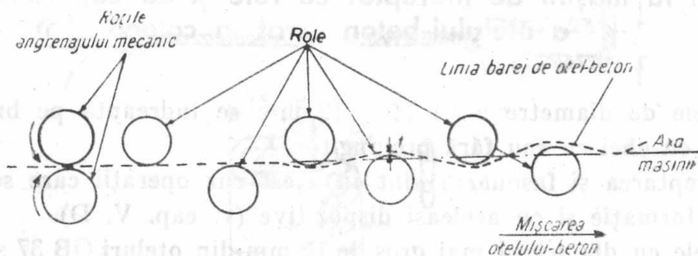


Fig. V.13. Schema maşinii de îndreptat.

Maşinile cu cap rotitor au un cap curb prin care trec sîrmele (sau bare ce au diametrul mic); prin rotirea capului curb și avansarea sîrmelor se execută îndreptarea tot prin curbare, care însă de această dată se face în toate planurile ce intersectează centrul secţiunii transversale a barelor. Descrierea maşinilor este detaliată în cap. V, C.

Barele sînt deplasate cu anumită viteză prin acţionarea unor role de angrenaj puse în acţiune de motorul maşinii.

Rolele de angrenaj pot derula barele sau sîrmele livrate în colaci prin forţa de tracţiune care se naşte prin frecare.

Unele maşini au şi dispozitive anexe, cu perii radiale care curăţă oţelul de rugină.

Barele cu diametru mai mare, pentru a fi uşor introduse în maşini, se îndreaptă cu mîna sau cu ajutorul cleştilor şi cheilor, pe o lungime de aproximativ 1 m.

Maşinile au de regulă un suport de susţinere a barelor îndreptate, prevăzute cu limitator automat de cursă, ce declanşează şi tăierea barelor la lungimea stabilită, după care barele sînt debitate automat lateral.

C. MAŞINI DE ÎNDREPTAT ŞI TĂIAT

1. Generalităţi

Pentru mecanizarea operaţiilor legate de confecţionarea armăturilor în prezent se dispune de maşini de îndreptat şi tăiat oţel-beton: maşini de fasonat bare pînă la $\varnothing \leqslant 40$ mm; maşini combinate de îndreptat, tăiat şi fasonat bare, direct din colaci; maşini de fasonat bare subţiri (etrieri); maşini de tăiat oţel-beton acţionate hidraulic sau mecanic; maşini pentru sudat cap la cap bare de oţel-beton; maşini de sudat prin puncte cu o pereche de electrozi; maşini de sudat cu mulţi electrozi, precum şi linii complexe care fac operaţiile în flux continuu (de tăiat, sudat şi chiar rulat plase sudate).

Maşinile pot fi destinate atelierelor de armături de mare capacitate unde se cere productivitate ridicată sau atelierelor de şantier unde sînt suficiente maşinile cu productivitate medie.

Maşinile trebuie să poată prelucra atît oţelul neted, cît şi oţelul profilat (tip PC sau sîrmele amprentate).

Unele din maşinile cele mai cunoscute în prezent sînt arătate în continuare unde se prezintă modul general de alcătuire şi exploatare.

2. Alcătuirea de principiu a unei mașini de îndreptat și tăiat

Mașinile de îndreptat și tăiat se caracterizează prin cîțiva **parametri** principali: putere, viteză de îndreptare, diametrul armăturii, **rezistența** oțelului care se îndreaptă, productivitatea în t/h, **masa agregatului** principal etc. Acești parametri pentru cîteva mașini **utilizate** la noi sînt dați în tabelul V.2.

Se recomandă ca mașinile utilizate să aibă de preferință **sistem** de îndreptare cu role, iar tăierea să se facă cu **cuțite rotative, să aibă limitatoare** sensibile la finele cursei, **numărător de bare și ghidaje** pentru prevenirea flambajului barelor ajunse la **limitator, precum și** colectoare automate de bare.

Tabelul V.2. **Caracteristicile tehnice ale mașinilor de îndreptat și tăiat**

Denumirea mașinii / Țara	Diametrul armăturii / Profil	Viteza de îndreptare m/min	Productivitatea t/h	**Masa kg**
U.R.B. / R.S.R.	5–15 mm / Rotund și periodic	39 și 72	1,50 medie 0,75	**2 600**
E. Wartenweiler RB/4 c / Italia	5–15 mm / Rotund și periodic	40+80	1,50 medie 0,75	**3 850**
KOCH BE 4 / R.F.G.	6–10 mm / Rotund	120–150 180 îndreptare	1,80 medie 0,90	**3 950**
WAFIOS R.4 / R.F.G.	3–10 mm / Rotund	25–40 80 îndreptare	2,00 medie 1,00	**2 200**
Nosenko / U.R.S.S.	3–12 mm / Rotund	40	0,40 medie 0,20	**1 200**
„6 Martie" / R.S.R.	4–14 mm / Rotund	46	0,35 medie 0,20	**2,000**

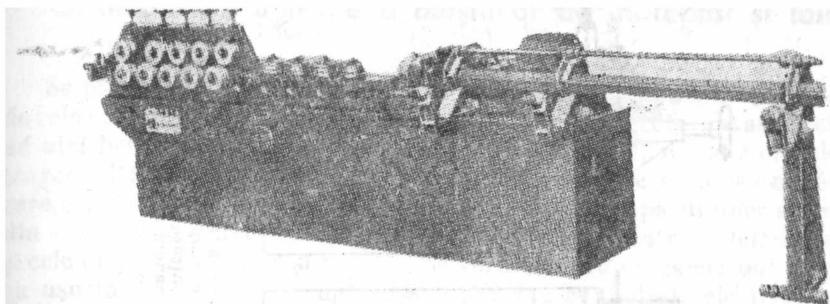


Fig. V.14. Mașina de îndreptat cu role în două planuri.

Pentru bare subțiri (∅ ⩽ 12 mm) se preconizează să se conceapă mașini combinate de îndreptat, tăiat și fasonat. Majoritatea țărilor au producție proprie de mașini de îndreptat și tăiat. Există un număr foarte mare de mașini de îndreptat și tăiat, modul lor de alcătuire fiind asemănător.

În principiu, un *agregat de îndreptat și tăiat* (fig. V.14 și V.15) se compune din: agregatul propriu-zis de îndreptare alcătuit din mecanismul de îndreptare și avans, prevăzut cu echipament de acționare; vîrtelnița pentru suportul colacului de oțel-beton; suportul pentru susținerea barei îndreptate și tăiate, cu jgheab de degajare; mecanismele de tăiere și degajare automată a barelor; echipamentele electrice de acționare, reglare și automatizare a operațiilor.

Alcătuirea agregatului de tăiat (la mașina tip E. Wartenweiler — Italia, care se află și în dotarea unor fabrici de prefabricate din țara noastră) se poate urmări pe figura V.16.

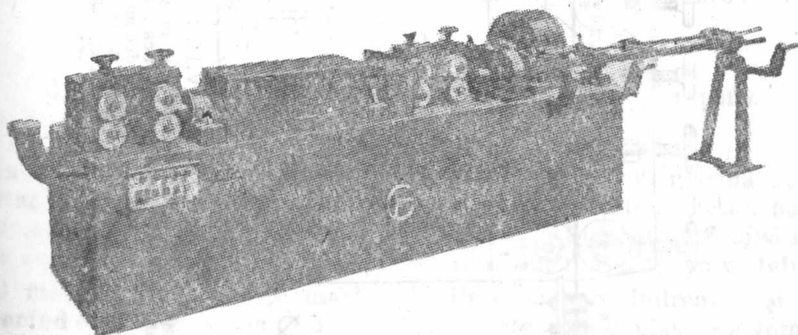


Fig. V.15. Agregat complet de îndreptat și tăiat.

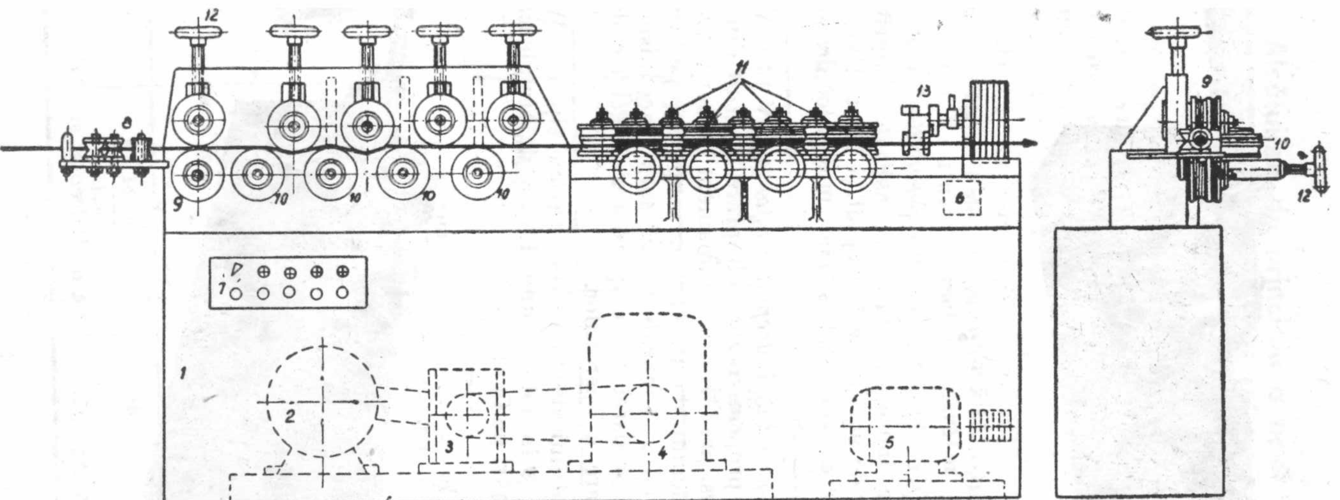


Fig. V.16. Schema agregatului propriu-zis de îndreptat și tăiat:

1 — batiul care formează suportul propriu-zis al agregatului; *2* — motorul electric de acționare a mecanismului de îndreptat; *3* — frîna electromagnetică; *4* — reducătorul de turație; *5* — motorul electric al mecanismului de tăiere și degajare; *6* — contact electric de declanșare a tăierii; *7* — tabloul de comandă; *8* — inelul de intrare a barelor; *9* — rolele de tragere; *10, 11* — rolele de îndreptare în două planuri (cîte 8 pe fiecare plan); *12* — manetă de reglaj; *13* — mecanismul de tăiere tip ghilotină cu electromagnet de cuplare pentru tăiere.

3. Modul de utilizare a mașinilor de îndreptat și tăiat

Se pregătește mașina de îndreptat (v. fig. V. 16), echipîndu-se cu setul de role corespunzător diametrelor barelor ce se îndreaptă. Se așază colacul de oțel-beton pe vîrtelniță. Se reglează cu ajutorul manetelor rolele de tragere și îndreptare la depărtarea corespunzătoare dimensiunii barelor care urmează a se îndrepta. Se îndreaptă cu cheia capătul liber al vergelei din colac și se introduce prin inelul de capăt *8*, între rolele de ghidaj și cele de preîndreptare și tragere. Se verifică dacă vergelele pot pătrunde cu ușurință în întreg trenul de role. Se fac contactele electrice pentru acționarea tăierii *6* și degajării barelor.

Prin apăsare pe butonul *7* de comandă cu impulsuri (comandă electrică), se pune în funcțiune motorul electric principal de acționare *2*, care acționează rolele de tragere și îndreptare, astfel încît bara să fie împinsă de rolele de tragere între rolele de îndreptare din plan vertical și orizontal pînă pătrunde la foarfeca de tăiere, după care se reglează din nou rolele de îndreptare.

Se fixează limitatorul de comandă a tăierii la lungimea necesară.

După ce se fac toate verificările, inclusiv lungimea barei, se apasă pe butonul de mers continuu cu viteza I sau viteza II, după dimensiunea materialului care se îndreaptă (oțelul ⌀ 5—8 mm se îndreaptă cu viteză mică, iar oțelul ⌀ 8—15 mm se îndreaptă cu viteză mare).

După ce se taie o bară, se controlează calitatea operației de îndreptare și tăiere la lungime (toleranța de tăiere este în jur de 1%), precum și modul de rabatere a laturii jgheabului, care lasă bara să cadă pe suporții de colectare.

Mașina este prevăzută cu un numărător al barelor tăiate, care funcționează prin scădere (se pleacă de exemplu de la 1 999 dacă vrem să tăiem 2 000 bare și se oprește cînd s-a tăiat numărul de bare stabilit).

4. Mașini de îndreptat și tăiat executate în țară

În țara noastră s-a utilizat, începînd din anul 1966 mașina de îndreptat tip Nosenko No-338, mașină care îndreaptă oțelul-beton neted, cu dimensiunile de ⌀ 3—12 mm, folosind pentru îndreptare o tobă rotitoare cu bacuri. Barele sînt trase direct din colacii așezați pe vîrtelniță.

O mașină similară este mașina IL-Precizia care îndreaptă și taie oțel neted cu dimensiunile ⌀ 3—14 mm, cu viteza de deplasare a vergelei mai mare decît la mașina tip Nosenko No-338.

În ultimul timp s-a asimilat mașina de îndreptat și tăiat „6 Martie" — Timișoara pentru oțel rotund cu dimensiunile ∅ 6—12 mm, oțeluri PC 52 și PC 60 cu dimensiunile 6 și 8 mm, precum și pentru prelucrarea (îndreptarea) sîrmelor STNB și STPB cu dimensiunile 5—10 mm ce se livrează în colaci (v. tabelul IX.1).

Mașina U.R.B. este o mașină de îndreptat cu role, avînd role pentru preîndreptare, role de tragere, role de îndreptare în plan vertical și role de îndreptare în plan orizontal, acționate prin roți dințate cilindrice, astfel încît toate rolele acționate au aceeași turație.

Mașina are un batiu confecționat din oțel sudat și prelucrat; în corpul batiului se află grupul de antrenare al mecanismului de tragere și îndreptare și grupul de antrenare a amecanismului de tăiere.

Grupul de role de preîndreptare se compune din trei role cu profil și o rolă de ghidaj lisă care sînt reglabile după diametrul barei ce se îndreaptă.

Grupul de antrenare se compune din: motorul electric cu două turații și cu mers înainte și înapoi; cuplajul electromagnetic cu fricțiune care realizează transmisia de la motor la reducătorul de turație și frînează mecanismul de tragere și îndreptare în timpul tăierii oțelului-beton (transmisia prin curea trapezoidală de la cuplaj la frînă și cu lanț la reducător și apoi prin grupul pinioanelor cilindrice de pe axele rolelor de tragere și îndreptare).

Mecanismul de tăiere se compune din: motorul electric de acționare de tip asincron trifazat și mecanismul de tăiere acționat cu 4 curele trapezoidale. Declanșarea se face printr-un electromagnet de cuplare. Foarfeca este tip ghilotină acționată de un arbore excentric, care are o camă ce acționează o pîrghie a axului jgheabului, producînd degajarea oțelului-beton.

Jgheabul are rolul de ghidare și degajare a barelor tăiate și este compus din: o parte fixă formată din batiu și 7 suporți ficși, o parte mobilă care se rotește în jurul unui ax, fiind acționat de cama excentricului. La capătul fix al jgheabului se găsește limitatorul (microîntrerupător care comandă mecanismul de tăiere.

Mașinile de îndreptat pot face îndreptarea la diametre mai mici, prin tobe de îndreptare rotitoare sprijinite pe rulmenți cu bile. În țara noastră s-au produs mai multe mașini de îndreptat și tăiat, și anume: mașina „Precizia"; mașina „6 Martie" — Timișoara, model 1978 cu role de îndreptat, mașina cu role U.R.B., mașina „6 martie" — Timișoara model 1981, cu tambur rotitor și bucșe de îndreptare.

La mașinile de îndreptat cu cap rotitor (fig. V.17) toba are în compunerea ei de regulă bucșele de ieșire și intrare *2* și *5*, cîteva perechi de bacuri *3*, plasate în paharele *4*, șuruburile de reglare *A*, *B*, *C*, *D* și *E*

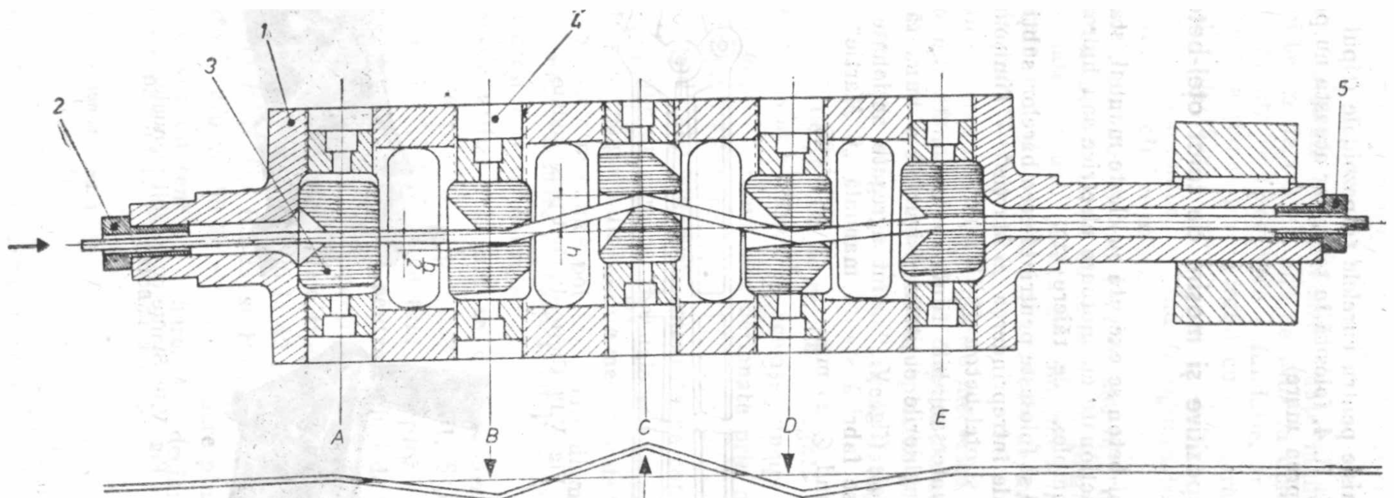


Fig. V.17. Schema dispozitivului de îndreptat cu cap rotitor :
1 — corpul capului rotitor ; *2*, *5* — bucșe ; *3* — bacuri ; *4* — pahare ; *A*, *B*, *C*, *D*, *E* — șuruburi de reglare.

şi roata de transmisie pentru curelele trapezoidale (tipul reprezentativ este Maşina Wafios R. 4, folosită în ţară, dar aceasta nu poate îndrepta bare de grosime prea mare).

5. Dispozitive și mașini de tăiat oțel-beton

Tăierea oţelului-beton se execută cu cleşte manual, ştanţe manuale, ştanţe mecanice acţionate cu motoare electrice sau hidraulice, precum şi cu agregate complexe de tăiere etc.

Cleștele manual se foloseşte pentru tăierea barelor subţiri (fig. V.18). Cleştele, fabricat de întreprinderea „6 Martie" — Timişoara, taie sîrma SBP de ∅ 7 mm şi oţel-beton ∅ 12 mm.

Cuţitele sînt interşanjabile fiind confecţionate din oţel de scule, tratate termic, unghiurile cuţitelor asigurînd o bună tăiere.

Ştanţele manuale (fig. V.19) sînt agregate acţionate prin pîrghii. În ţara noastră se fabrică ştanţa manuală „6 Martie" — Timişoara care taie oţel rotund ∅ 25 mm.

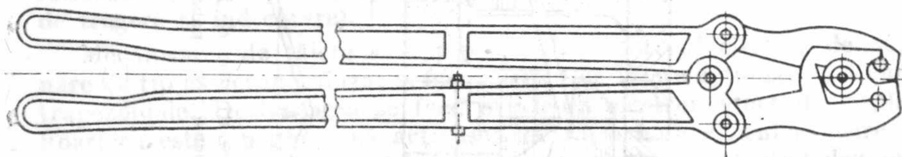


Fig. V.18. Cleşte de tăiat plase sudate.

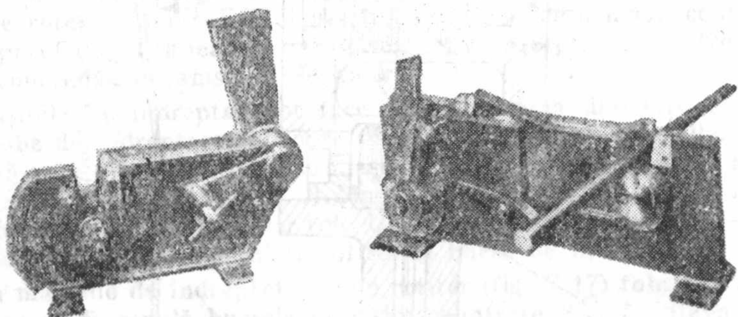


Fig. V.19. Ştanţe cu pîrghii manuale.

Sînt numeroase firme care livrează ştanţe manuale care asigură tăierea oţelului-beton de toate calităţile pînă la diametrul de 40 mm (v. fig. V.19). Ştanţa se fixează de o fundaţie, are un batiu masiv şi un braţ robust, acţionat prin pîrghii cu sau fără cremaliere, care acţionează cuţitul de tăiat.

Cuţitele sînt interşanjabile, putînd fi schimbate după diametrul barelor care se taie sau cînd se uzează.

Ştanţele manuale hidraulice pot tăia cu uşurinţă oţel-beton de diametru mare. Transmiterea forţei nu se face prin pîrghii, ci prin pompe hidraulice acţionate manual. Ştanţa se compune din: batiul ştanţei, organele de tăiere, corpul de pompă şi organele de transmitere a forţei la organele active de tăiere (cuţitul).

Atît la ştanţele manuale, cît şi la cele mecanice, pentru a se asigura o bună tăiere este necesar: să se dispună de cuţite cu duritate corespunzătoare, bine ascuţite, care să se deplaseze în planuri paralele, fiind fixate de organele active ce nu au mişcări laterale, asigurînd un bun ghidaj.

La uneltele manuale se taie de regulă o singură bară.

Ştanţele mecanice sînt alcătuite pe acelaşi principiu cu ştanţele manuale, numai că organele active sînt acţionate prin angrenaje puse în funcţiune de motoare electrice.

Maşinile de regulă sînt automate, montate pe roţi şi cu dispozitive de împingere. Maşinile au comenzi manuale sau la picior.

O prezentare de principiu a unei ştanţe mecanice de tăiat este arătată în figura V.20. Ştanţele mecanice pot tăia toate diametrele de bare şi pot tăia şi un număr mai mare de bare, chiar pînă la 12 bare o dată, dacă diametrul acestora este mai mic.

Dintre maşinile utilizate la noi se prezintă următoarele tipuri:

1) *Maşinile Futura* (R.F.G.) tip S 322, S 401, S 501 şi S 701 care au puteri de la 1,5 la 7,5 kW şi pot tăia bare pînă la 70 mm grosime din oţel OB 37, respectiv de 55 mm pentru oţeluri de înaltă rezistenţă. Poate tăia pînă la 12 bare ∅ 7 respectiv 14 mm. Greutatea maşinilor variază de la 300 la 1 930 kg; unele tipuri au dispozitive hidraulice. Maşinile pot teoretic realiza de la 25 la 42 tăieturi/min.

2) *Maşinile MUBEA* tip BS 28 şi BS 32 sînt maşini mobile de 2 CP cu greutate de 270 la 435 kg şi pot tăia bare pînă la 32 mm; pot de asemenea tăia concomitent 3–4 bare. Are declanşator manual şi role de susţinere a barelor care urmează a fi tăiate.

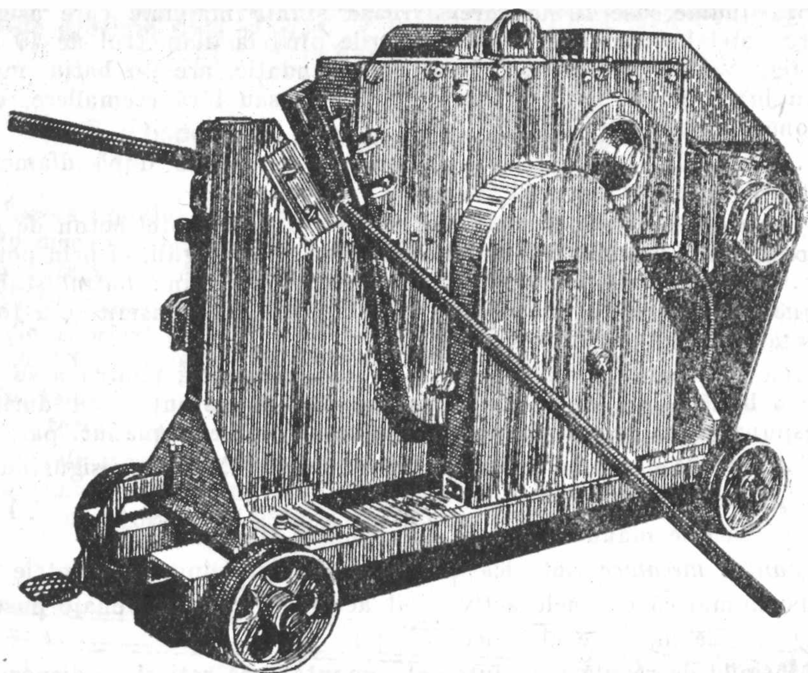


Fig. V.20. Ștanțe mecanice. Mașina KSB-50.

3) *Mașinile tip STEINWEG* sînt mașini 2,5 CP cu performanțe similare mașinilor MUBEA, cu declanșator atît manual, cît și la picior.

4) *Mașinile LIEBIG și LUDEWIG*-Dresda se livrează în trei tipuri: FM-48, KSB-50 și PSK-65; sînt mașini cu acționare la picior.

5) *Mașinile MIR* (U.R.S.S.) cu putere de 75 kW, mașina BV-41 (R.P.U.), mașina tip N-40 (R.P.P.) cu putere de 5,5 kW etc.

6) *Mașina REMA* tip PC 440/35 (Italia) are un dispozitiv de tăiat atașat mașinii de fasonat, prin cuplarea dispozitivelor de tăiat la arborele motoreductorului.

În ultima perioadă s-a pus în fabricație la Întreprinderea „6 Martie"—Timișoara, mașina hidraulică de tăiat oțel-beton cu motor de antrenare de 4 kW, 1 500 rot/min, ce debitează bare de oțel-beton cu diametrul maxim de 42 mm și ștanțe manuale.

D. TEHNOLOGII SIMPLE DE FASONAT ȘI ÎNDREPTAT OȚELUL-BETON

1. Generalități asupra fasonării manuale

Barele de oțel-beton sînt puse în elementele din beton în zonele întinse ale elementelor, pentru a ajuta secțiunile de beton de a prelua eforturile unitare de întindere prin barele de oțel (armături).

Pentru a răspunde acestei cerințe, barele sînt prelucrate, de fapt îndoite, la diferite unghiuri, pentru a asigura trecerea de la o zonă la alta și pentru o bună ancorare a barelor în masa betonului. Prelucrarea armăturii conform cotelor din proiect și fișei tehnice se numește *fasonarea armăturii*.

Fasonarea poate fi făcută manual sau mecanic. Fasonarea manuală se face cu ajutorul unor dispozitive simple și constă din îndoirea simplă sau succesivă a barelor la unghiul dat, de regulă 45°, sau la unghiul precizat în proiect (acest tip de fasonare se numește fasonarea barelor ridicate).

Pentru realizarea ciocurilor se fac îndoiri la unghiuri de 90 sau 180°. Îndoirile la 90° se fac și la barele care armează colțurilor elementelor de beton armat.

Îndoirea barelor trebuie făcută cu anumite raze de curbură pe discuri cu raze diferite, stabilite în funcție de natura îndoirii (cioc, bară ridicată etc.), profilul oțelului și calitatea oțelului (fig. V.21). Unghiul de îndoire poate fi verificat prin șabloane.

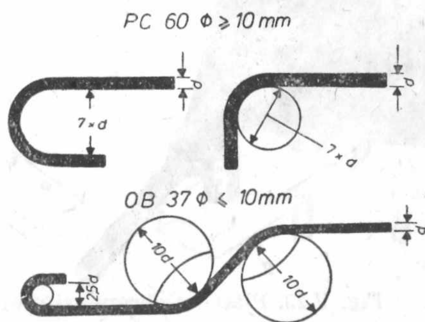


Fig. V.21. Raze de îndoire.

2. Dispozitive simple pentru fasonare manuală

Fasonarea manuală se face de regulă pe un *banc de lucru* pe care sînt fixate dispozitivele ajutătoare de îndoire, în special plăci din oţel prelucrat sau turnat, de forme şi alcătuiri diferite. În figura V.22 se arată un banc de lucru care trebuie să aibă un blat foarte rigid.

Dintre *dispozitivele* anexe care se folosesc se prezintă cele mai uzitate, şi anume:

1) *Cheile simple sau duble* cu braţ drept sau braţ frînt. Cheile au dimensiuni diferite în funcţie de diametrul barelor care se îndreaptă.

2) *Placa simplă cu trei dornuri* cu sau fără pîrghie de îndoire (fig. V.23), cu sau fără cremalieră, poate fi folosită la formarea ciocurilor sau îndoirea barelor ridicate.

3) *Placa cu dornuri, discuri, cerc gradat şi pîrghie cu fixatoare şi limitatoare* pentru formare de etrieri, ciocuri, bare îndoite (fig. V.24, *a*, *b*).

4) *Placa cu dorn crestat şi cheie fixată de placă,* avînd prelungitor (fig. V.25, *a*, *b*), foloseşte la formarea etrierilor sau a îndoirilor succesive.

5) *Plăcile cu găuri* folosesc pentru fixarea pe acestea fie a dornurilor simple sau a dornurilor cu discuri, fie pentru fixarea pîrghiilor-chei cu dornuri (fig. V.26) care au la partea inferioară un bolţ ce se introduce în gaura plăcii, folosit drept pivot.

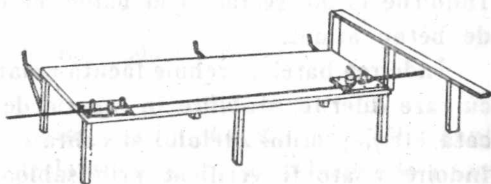
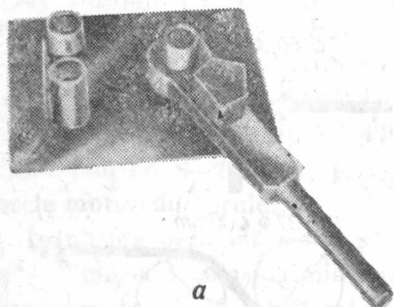


Fig. V.22. Banc pentru fasonarea manuală a oţelului-beton.



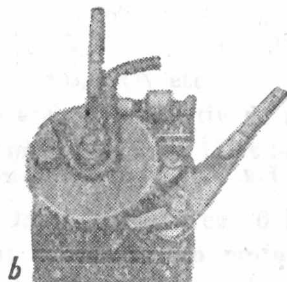


Fig. V.23. Plăci cu dornuri şi prelungitor pentru fasonare : *a* — placă simplă ; *b* — placă cu cremalieră.

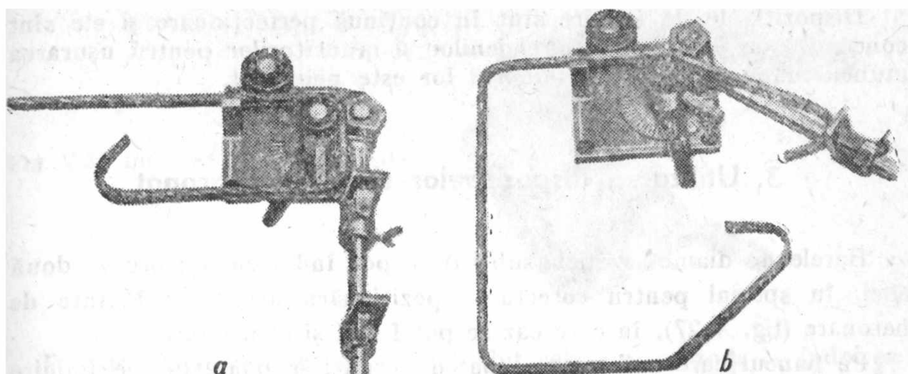


Fig. V.24. Plăci cu pîrghie, cu limitatoare și fixatoare.

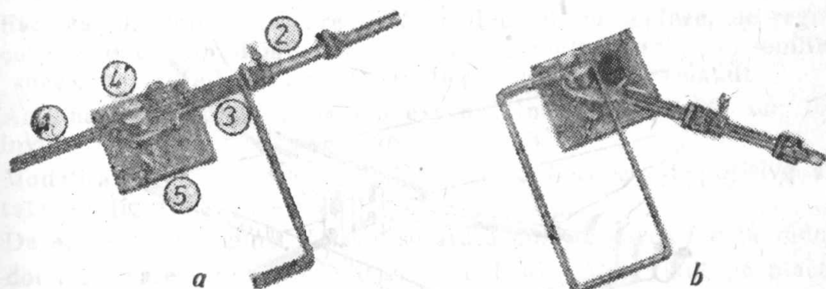


Fig. V.25. Placă cu dorn crestat.

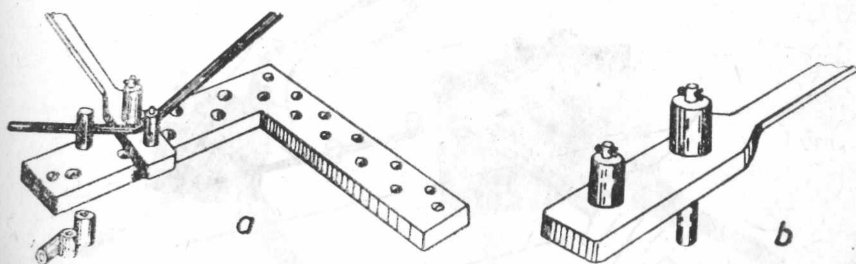


Fig. V.26. Plăci de îndoit :
a — placă găurită ; b — cheie cu dorn.

Dispozitivele de îndoire sînt în continuă perfecţionare şi ele sînt concepute de imaginaţia tehnicienilor şi muncitorilor pentru uşurarea muncii manuale; practic numărul lor este nelimitat.

3. Utilizarea dispozitivelor simple de fasonat

Barele de diametre mici (subţiri) se pot îndoi cu ajutorul a două chei, în special pentru corectarea poziţionării armăturii înainte de betonare (fig. V.27), în care caz se pot folosi şi chei frînte.

Pe bancul care are trei sau patru dornuri se poate face o îndoire comodă cu o cheie (fig. V.28); dornurile se pot pune la astfel de distanţe încît pe ele să se ataşeze discuri găurite care să asigure îndoirea la raza de curbură cerută.

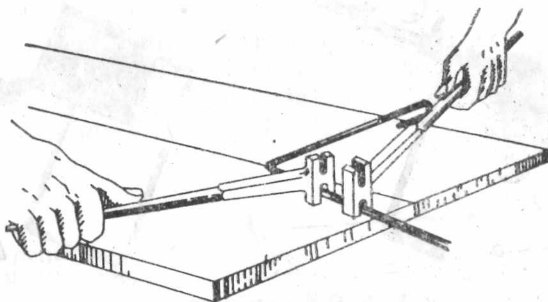


Fig. V.27. Îndoirea barelor cu ajutorul a două chei.

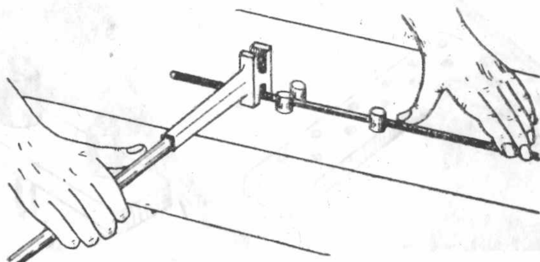


Fig. V.28. Îndoirea cu trei dornuri şi o cheie.

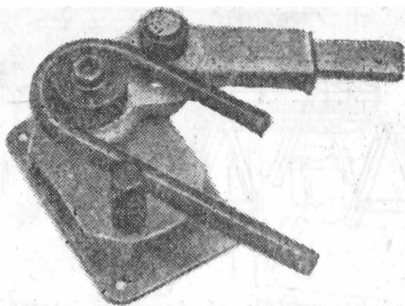


Fig. V.29. Îndoirea cu placă turnată.

Folosirea plăcilor din oțel turnat sînt cele mai comode la îndoirea oțelului-beton (fig. V.29).

Barele ridicate se pot îndoi ușor cu plăci cu chei (pîrghii fixate de placă, barele fiind blocate de dornuri). Forța de îndoire se reduce dacă se folosesc cremaliere (fig. V.30).

Fixarea plăcilor de îndoire pe bancul de lucru se face, de regulă, în colțuri opuse, în diagonală, pentru a permite lucrul concomitent sau succesiv predînd bara de la un fierar betonist la celălalt.

Acționarea pîrghiilor pentru a executa îndoiri la 45°, 90° sau 180°, se învață ușor și nu sînt necesare explicații.

Modalități ajutătoare de îndoire a unor bare cu dispozitive sînt arătate în figura V.23–V.25.

De exemplu, în figura V.25, *a* se arată poziția barei *1* deja îndoită de două ori care este trecută prin dornul crestat *4*, fixat pe placa *5* și împinsă pînă la limitatorul *3* al brațului cheii *2*. Prin răsucirea pîrghiei (cheii) în sensul săgeții se realizează o nouă îndoire la 90°. Îndoirile

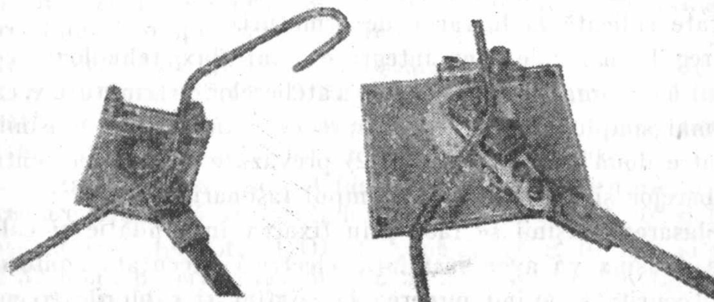
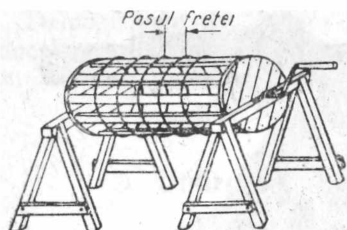


Fig. V.30. Îndoirea barelor ridicate.



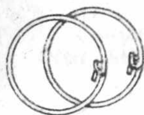


Fig. V.31. Şablon pentru executarea fretelor.

succesive ajung să formeze etrierul închis cu capetele ciocurilor îndreptate paralel cu laturile etrierului (v. fig. V.25, *b*) sau după diagonala etrierului.

Plăcile cu crestături pot forma mai mulţi etrieri deodată.

Fasonarea fretelor de stîlpi cu mijloace manuale se realizează cu ajutorul unui cilindru de lemn, cu diametrul reglabil la dimensiunea stîlpului, aşezat cu axul, format dintr-o ţeavă, pe două capre (fig. V.31) şi care se poate roti uşor cu o manivelă. O asemenea fretă se poate face numai din oţel moale subţire, care se modelează uşor pe cilindrul de lemn.

4. Fasonarea mecanică

Pentru industrializarea lucrărilor de armături în prezent se folosesc maşini de fasonat cu grad ridicat de automatizare care asigură o productivitate ridicată la lucrările de armături.

De regulă maşinile sînt integrate unui flux tehnologic continuu care rezultă din organizarea raţională a atelierelor de armături (v. cap. IX).

Cel mai simplu mod de organizare este amplasarea maşinii de fasonat între două bancuri (fig. V.32) prevăzute cu rulouri pentru sprijinirea barelor şi glisarea lor în timpul fasonării.

Amplasarea maşinii se face prin fixarea în fundaţie şi calarea sa cu pene. Maşina va avea instalaţia electrică executată conform regulilor de securitate, avînd punerea la pămînt şi cablurile trecute prin canale în pardoseala atelierului (sau prin cabluri blindate).

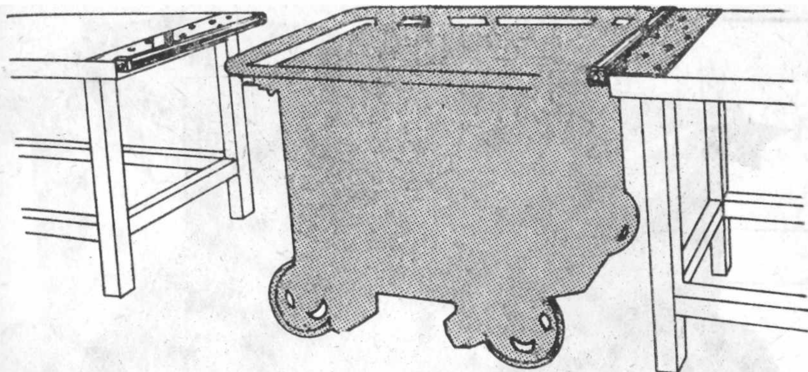


Fig. V.32. Banc de lucru pentru fasonarea mecanică.

E. MAŞINI DE FASONAT (ÎNDOIT) OŢEL-BETON

1. Maşini de fasonat bare longitudinale

Fasonarea barelor în atelierele de şantier de mică importanţă se face manual, cu dispozitive simple, dar aceasta necesită multă manoperă. Fasonarea mecanică este indicată pentru toate atelierele de confecţionat armături.

În ţara noastră se utilizează maşina de fasonat tip „9 Mai" produsă din anul 1964 de Uzina „9 Mai"—Bucureşti şi Maşina MF-32 (fig. V.33), produsă de Uzina Mecanică—Sibiu, care poate face operaţiile de îndreptare, îndoire şi spiralizare a barelor.

Întreprinderea „6 Martie"—Timişoara produce maşina de fasonat oţel-beton ∅ 40, OB 37 (∅ 32 PC) cu motor de antrenare de 4 kW — 1 500 rot/min. Maşina este prevăzută cu un sistem acustic pentru depăşirea accidentală a unghiului de îndoire programat.

Fără reglare automată se pot fasona bare pînă la un unghi de 180°, iar cu reglare automată se pot îndoi la unghiuri de 45°, 90° şi 180°.

Poate fasona oţel rotund OB 37 pînă la $\varnothing \leqslant 40$ mm şi oţel PC pînă la 32 mm ; puterea maşinii este de 2,2 kW, iar greutatea maşinii de 900 kg. Multe maşini de fasonat au şi dispozitive de tăiat (maşina REMA tipul PC 40/35 şi tipul PC 32/26—Italia).

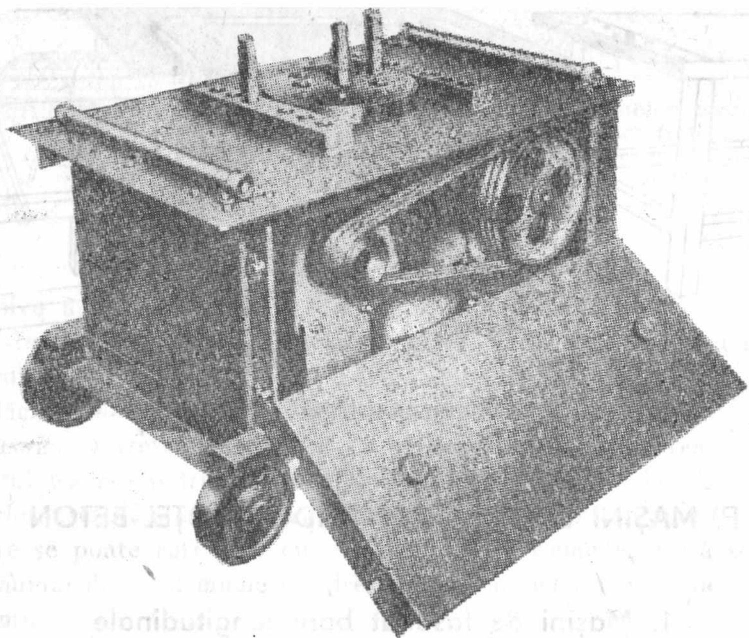


Fig. V.33. Mașină de fasonat oțel-beton.

2. Alcătuirea de principiu a mașinilor de fasonat

Mașinile de fasonat (fig. V.34, *a*) sînt alcătuite în principiu din: batiul sau cutia mașinii; dispozitivele de lucru, plasate pe o placă de lucru; mecanismele de antrenare; dispozitivele de comandă.

Batiul mașinii este o construcție metalică robustă, de regulă montată pe roți pentru o deplasare ușoară pe distanțe mici, la locul de lucru.

Batiul este alcătuit dintr-o structură metalică portantă, conținînd în el mecanismele de antrenare, de comandă pornire, oprire, inversare etc., instalate pe un perete lateral, de regulă fix.

Dispozitivele de lucru fixe sau detașabile sînt amplasate pe o placă de lucru plasată pe partea de sus a batiului. Dispozitivele de lucru sînt alcătuite dintr-o placă de lucru confecționată dintr-o tablă groasă în care este decupat un disc activ rotitor cu locașuri pentru fixarea organelor active de fasonare (dornuri, roți, rigle cu găuri și dornuri etc.);

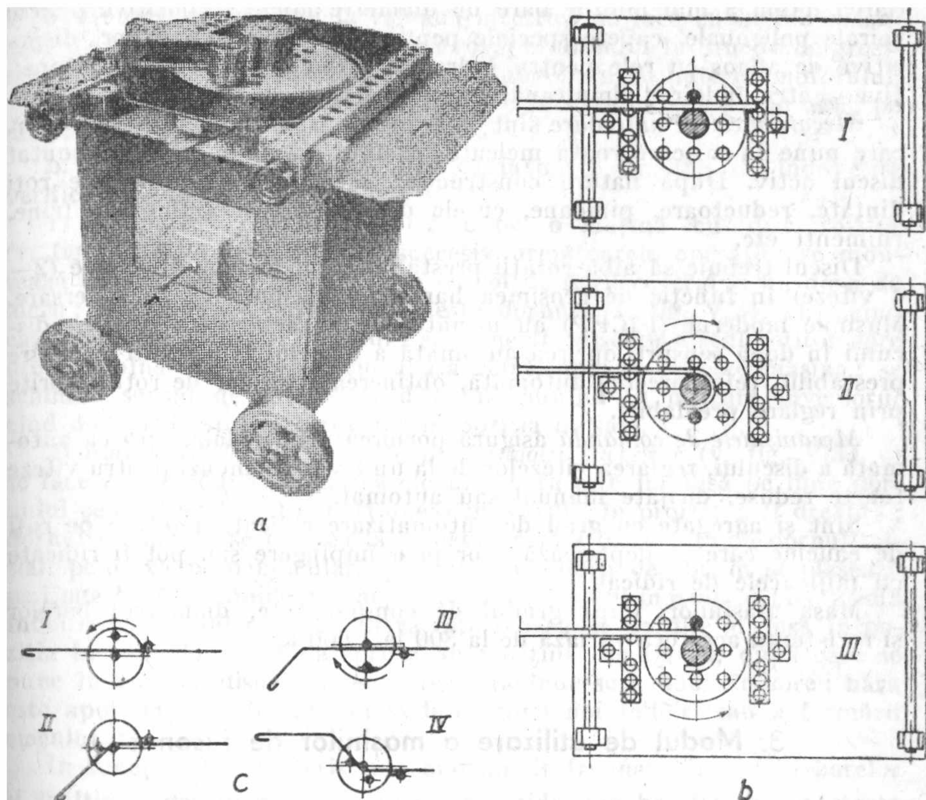


Fig. V.34. Mașina de fasonat tip FICEP *(a)*, fasonarea la mașină a ciocurilor *(b)* și a barelor ridicate *(c)* :
I—IV — faze de fasonare.

două sau mai multe plăci transversale cu poziție fixă sau reglabilă, prevăzute cu locașuri pentru dornuri (roți sau dispozitive), care formează organele pasive ale operației de fasonare.

La marginea mesei de lucru se găsesc montate de regulă, pe două fețe opuse, două bare (role) pentru glisarea oțelului-beton.

Multe mașini au o serie de dispozitive anexe care pot asigura execuția unor prelucrări speciale, cum ar fi : braț cu dornuri pentru îndoirea barelor ridicate cu alte distanțe între dornuri decît cele de pe discul activ (STEINWEG, FICEP), dispozitiv pentru confecționarea spiralelor (STEINWEG, FICEP, FUTURA, BIFAX etc.), dispozitive pentru îndoire cu raze de curbură foarte mari, dispozitive pentru faso-

narea dublă a mai multor bare de diametre mici; dispozitive pentru spirale poligonale, capete speciale pentru executarea ciocurilor, dispozitive de adaos cu role pentru îndreptat sîrmele, limitatoare, dispozitive pentru îndoirea simultană a mai multor bare etc.

Mecanismele de antrenare sînt în principiu alcătuite dintr-un motor, care pune în mişcare roata melcată pe axul căruia se găseşte montat discul activ. După natura construcţiei, mecanismele dispun de roţi dinţate, reductoare, pinioane, curele de transmisie, ambreiaje, frîne, rulmenţi etc.

Discul trebuie să aibă rotaţii prestabilite, cu mai multe viteze (2–4 viteze) în funcţie de grosimea barelor, şi dispozitive de inversare. Maşinile moderne (FICEP) au următoarele caracteristici: rotirea discului în două sensuri, oprirea automată a discului la unghiul de rotire prestabilit, reîntoarcerea automată, obţinerea vitezelor de rotire dorite prin reglare prealabilă.

Mecanismele de comandă asigură pornirea prin pedală, oprirea automată a discului, reglarea vitezelor de la un levier, comenzi pentru viteze foarte reduse, dirijate manual sau automat.

Sînt şi agregate cu grad de automatizare ridicat, montate pe roţi de cauciuc care se deplasează uşor prin împingere sau pot fi ridicate cu mijloacele de ridicat.

Masa maşinilor, după gradul de complexitate, diametrul barelor şi rezistenţa acestora variază de la 300 la 1 600 kg.

3. Modul de utilizare a maşinilor de fasonat

a. **Operaţiile comune de punere în funcţiune.** Pentru a utiliza raţional maşinile de fasonat, sînt necesare: cunoaşterea performanţelor maşinilor, utilizarea dispozitivelor anexe şi tabele ajutătoare care să indice unghiul de rotire necesar pentru realizarea unei îndoiri simple sau duble, diametrul maxim al unei bare sau a barelor care se îndoaie concomitent. În prospectele maşinilor sînt multe date auxiliare necesare folosirii eficiente a maşinilor.

Operaţiile de punere în funcţiune sînt:

1) Montarea pe masa de lucru a riglelor găurite cu dornuri şi montarea rolelor de îndoire pe dornuri (cu sau fără dispozitive anexe, braţuri, limitatoare etc.); rolele se aleg în funcţie de diametrul barelor care se îndoaie.

2) Stabilirea unghiului de îndoire la maşinile automate sau cu programare; la cele cu acţionare mecanică (normală), pentru realizarea unghiului, fierarul betonist urmăreşte valorile de pe discul gradat.

3) Conectarea mașinii la rețeaua electrică se face cu luarea măsurilor de protecția muncii, stabilirea rotației discului în funcție de grosimea barelor (cînd se fasonează mai multe bare) și puterea motorului.

4) Introducerea barelor de fasonat prin manipulare de pe banc pe mașina de fasonat.

b. **Fasonarea propriu-zisă.** Pentru fasonare unghiul de îndoire se verifică pe șablon.

1) *Fasonarea ciocurilor* se face pe o mașină cu disc rotitor (v. fig. V.34, *a*) realizîndu-se succesiv următoarele operații: se montează dornul central sau un dorn cu rol de dorn central și un dorn de lucru; se introduce bara între aceste dornuri (v. fig. V.34, *b*), lăsînd capul necesar formării ciocului; se pune în mișcare discul rotitor spre dreapta pînă se formează ciocul (la 180°), apoi se oprește mașina; se schimbă sensul de rotație al discului, punînd în mișcare inversorul cînd dornul de sprijin a revenit în poziția inițială.

2) *Fasonarea barelor ridicate prin îndoiri succesive* (v. fig. V.34, *c*) se face astfel: după fasonarea ciocului bara este împinsă pe linia dornului central cu bucata (porțiunea) prevăzută în proiect a fi dreaptă; dornul de sprijin se fixează la o distanță mai mare față de dornul inițial, pe o axă perpendiculară pe bară; un dorn de sprijin se plasează pe lîngă bară, pe liniile cu găuri; acționînd discul mașinii se face prima îndoire la unghiul prescris; bara este scoasă de pe disc și pusă în poziția în care dornurile de sprijin au pozițiile din figură, după care se pune în mișcare discul în sens invers făcîndu-se a doua îndoire; bara este apoi împinsă înainte în vederea unei noi îndoiri sau a formării ciocului.

În funcție de caracteristicile mașinii de fasonat, diametrul barelor și înălțimea grinzii pentru care se face ridicarea barelor se pregătește mașina de fasonat, cum se arată în exemplele următoare, pentru îndoirea dublă simultană.

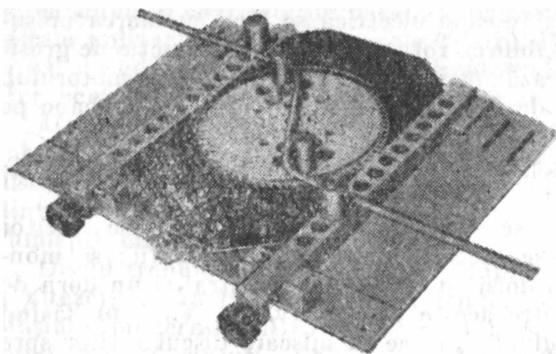
Îndoirea dublă la 45° cu două dornuri pe discul rotitor (fig. V.35) se face astfel:

— diametrul dornului D se alege în funcție de grosimea barelor d

d_{max}, mm	20	26	34	40
D, mm	80	100	140	160

— pe discul rotitor se pun dornurile la distanța B_1, iar riglele cu găuri la distanța A_1, poziția relativă a dornurilor de pe rigle (cateta triunghiului) se pune tot la distanța A_1:

$$A_1 \approx 0{,}75 B_1.$$



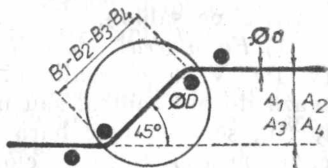


Fig. V.35. Îndoire dublă simultană cu două dornuri pe discul rotitor.

Serviciul tehnic trebuie să afişeze la maşini tabele cu distanţele A_1 şi B_1 pe grupe de diametre;

— discul rotitor se aduce cu poziţia dornurilor astfel ca axa formată de dornurile de pe disc să fie perpendiculară pe riglele cu găuri, la mijlocul distanţei dintre dornurile de pe rigle;

— se introduce bara între dornuri, după ce s-a însemnat pe ea cu creta locul de unde se ridică (îndoaie); acest semn se marchează în dreptul axei dornului de pe disc;

— se declanşează maşina care roteşte discul cu 45°, după care se opreşte dacă maşina nu are dispozitive automate de aducere înapoi.

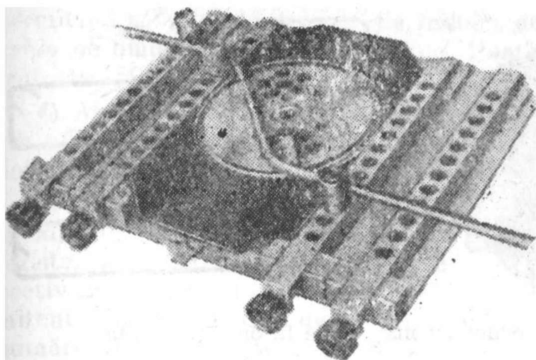
Îndoirea se face simultan prin blocarea barei cu două dornuri alăturate fixate pe discul rotitor şi îndoire dublă la 45° cu un singur dorn fixat pe discul rotitor (fig. V.36); îndoirea se face în mod similar, dar poziţia verticală a discului trebuie aleasă astfel ca bara dreaptă să poată sprijini pe cele două dornuri alăturate de pe riglele găurite şi pe dornul de pe disc.

În figura V.37 se arată *îndoirea barelor pentru grinzi foarte înalte* cînd la disc este necesar să se folosească un prelungitor.

Îndoirea simultană a mai multor bare subţiri, folosind dispozitive anexe tip FICEP prinse pe riglele găurite şi disc, este arătată în figura V.38.

3) *Fasonarea etrierilor* cu maşina de fasonat obişnuită este arătată în figura V.39.

Maşinile de fasonat pot executa spirale rotunde, poligonale etc.



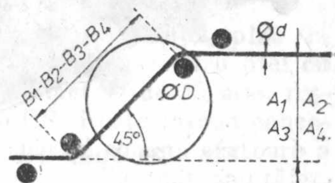
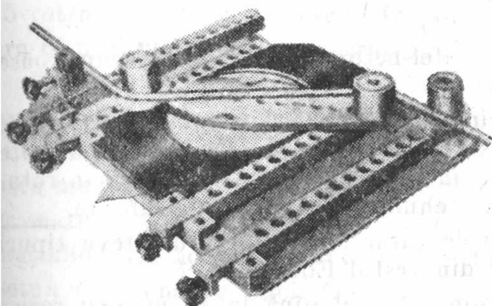


Fig. V.36. Îndoire dublă simultană cu un dorn pe discul rotitor.



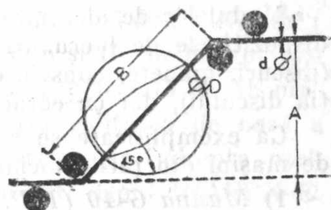
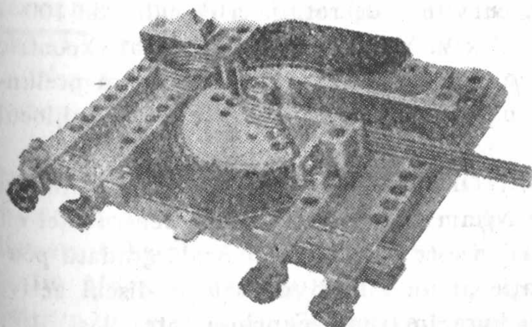


Fig. V.37. Îndoire dublă simultană cu un dorn pe prelungitorul la disc.



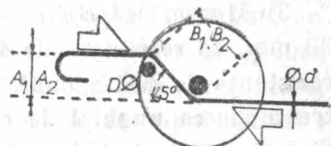


Fig. V.38. Îndoirea simultană a barelor subțiri.

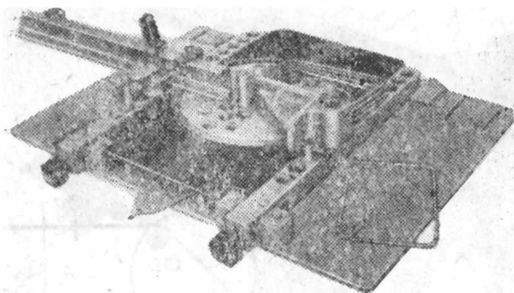
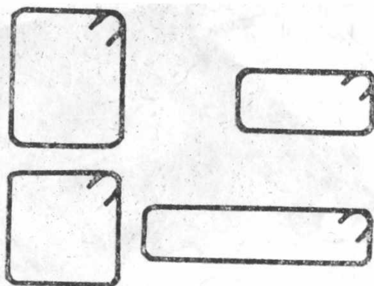



Fig. V.39. Fasonarea etrierilor cu mașină de fasonat obișnuită.

4. Mașini de fasonat bare longitudinale

Mașinile de fasonat și îndoit oțel-beton sînt la fel de numeroase ca și mașinile de îndreptat și tăiat.

Modul lor de alcătuire în principiu este același ; diferă foarte mult dispozitivele de lucru. Sînt mașini cu organe active foarte diferite (discuri, manete, console etc.) cu mod de acționare similar (prin rotația discului), dar cu caracteristici tehnice și performanțe diferite.

Ca exemplificare se arată unele caracteristici pentru cîteva tipuri de mașini din țările socialiste și din vestul Europei :

1) *Mașina G-40 (R.P.P.)* fasonează oțel pînă la 40 mm cu rezistența pînă la 450 N/mm^2 ; viteza de rotație a discului activ de la 3,5 la 11 rot/min, puterea 2,2 kW, masa 700 kg.

2) *Mașina BH-40 (R.P.U.)* fasonează oțel pînă la 40 mm, cu rezistența pînă la 700 N/mm^2, cu viteza de rotație a discului de 100—130 rot/min, avînd puterea de 4 kW. Mașina are discul plasat excentric față de batiul mașinii, dar are o placă rabatabilă care asigură prelungirea plăcii de lucru astfel că în poziția de lucru discul se află la mijlocul mesei (plăcii).

3) *Mașina MUBEA — BENDER (R.F.G.)* fasonează oțel, pînă la 32 mm, cu rezistență de 400 N/mm^2 și pînă la 26 mm pentru oțel cu rezistența de 700 N/mm^2. Mașina este prevăzută cu scală gradată pentru a marca unghiul de rotație al unui braț montat pe discul activ. Se pot realiza unghiuri de îndoire în trepte cuprinse între 0 și 315°. Mașina are un set de role de îndoiri, cu diametrele de la 50 la 480 mm,

permițînd să se realizeze raze de îndoire de la 2,5*d* pînă la 15*d*, pentru gama de diametre de la 6 la 32 mm. Poate realiza și spirale cu diametrul de 150 mm.

4) *Mașina PEDDINGHAUS — PERFECT RAPID P (R.F.G.)* are posibilitatea de a programa fasonarea la 6 diferite unghiuri de îndoire spre stînga sau spre dreapta.

5) *Mașina REMA — PC 40/35 (Italia)* fasonează oțel pînă la 40 mm cu rezistența de 450 N/mm² și pînă la 32 mm pentru oțel cu rezistența de 850 N/mm² și taie oțel pînă la diametrul de 35 mm, respectiv 26 mm, avînd un motor electric de 3,5 CP. Poate fasona concomitent pînă la 10 bare de 14 mm, iar cu reducerea corespunzătoare a numărului de bare se mărește diametrul barei de fasonat sau tăiat. Are dispozitiv de îndreptare cu role a barelor de la 6 la 18 mm.

6) *Mașina FUTURA B 502 (R.F.G.)* fasonează oțel pînă la 50 mm, are o putere de 3 kW, are trei viteze de rotație a discului 5—7, 5—15 rot/min cu mers înainte și înapoi ; masa mașinii este de 1 220 kg ; are dispozitive pentru prelucrat spirale.

7) *Mașina PEDDINGHAUS BIFAX-32 K (R.F.G.)* fasonează oțel pînă la diametrul de 32 mm, avînd rezistența maximă de 450 N/mm² ; are două viteze (20 rot/min pentru bare la 16 mm și 10 rot/min pentru bare mai groase) ; mașina are și posibilitatea de a fi livrată cu un programator. Multiplele dispozitive anexe formează calitatea de bază a mașinilor. La această mașină se pot fasona etrieri și îndrepta oțel-beton de diametre mici. O mașină mai mică este tipul BIAFEX-E.

8) *Mașina FICEP — model CAM (Italia)* se livrează în 6 variante, cu puteri de la 2 la 6 CP și cu masa variind de la 360 la 1 600 kg ; fasonează o gamă foarte mare de diametre de diferite calități, practic întreaga gamă posibilă, are echipament care asigură rotația de 3,5 rot/min pînă la 20 rot/min, avînd 2 sau 3 viteze sau cu variator de viteze.

Dispune de o gamă largă de dispozitive anexe pentru orice tip de prelucrare a armăturii, inclusiv etrieri.

9) *Mașina STEINWEG (R.F.G.)* se livrează în tipurile B 32 și B 40 care fasonează oțel pînă la 32 mm, respectiv pînă la 40 mm, cu rezistența de 450 N/mm² ; pentru rezistențe mai ridicate se reduce diametrul barei. Are caracteristici similare cu mașinile prezentate.

10) *Mașinile UGAROLA (Spania)* se livrează în tipul CB 40 ; GB 30 ; CM.E.etc. ; au dispozitive obișnuite, se pot opri conform programului, au pedale de comandă stînga-dreapta.

5. Maşini de confecţionat etrieri

Maşinile de confecţionat etrieri sînt de fapt maşini de fasonat oţel-beton; au limitatoare speciale pentru îndoire succesivă permiţînd să se realizeze elemente îndoite de formă dreptunghiulară sau pătrată.

O serie din maşinile menţionate pentru fasonat oţel-beton pot confecţiona etrieri. MUBEA, BIFAX, FUTURA etc.

Etrierii se pot confecţiona şi manual cu dispozitive diferite improvizate (fig. V.40), cu pivot central sau cu furculiţă centrală formată din două dornuri cu poziţie reglabilă, cu piedestal, limitatoare, stative şi pîrghii.

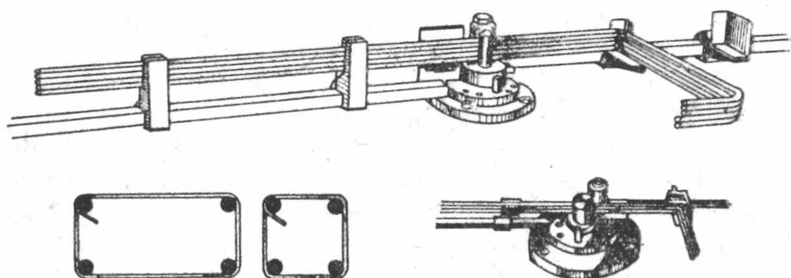


Fig. V.40. Dispozitive improvizate de format etrieri.

Întreprinderea „6 Martie"—Timişoara produce din anul 1982 maşina automată de produs etrieri (∅ 6 — ∅ 16 mm) cu motor de 3 kW, 1 500 rot/min.

O maşină complet automatizată este maşina STEF-14 (Franţa) care se compune din (fig. V.41):

1) *Un grup de îndreptare a oţelului-beton* pînă la 14 mm (pînă la 10 mm poate îndrepta două fire), *1*. Acest grup are role de îndreptare şi grup de finisare.

2) *Un grup de antrenare 2* cu motor hidraulic cu role în contact cu firul, avînd o viteză de 0,6—1,2m/s.

3) *Un grup de reglare a unghiurilor şi lungimilor 3*, care permite obţinerea unui ciclu automat al pieselor cu 6 laturi de lungimi maxime de 1 m şi cu unghiul de îndoire de la 0° la 180°.

O roată în contact cu firul transmite, printr-un joc de pinioane şi cremaliere, lungimea exactă a firului la tabulator, pe care se afişează lungimea cerută.

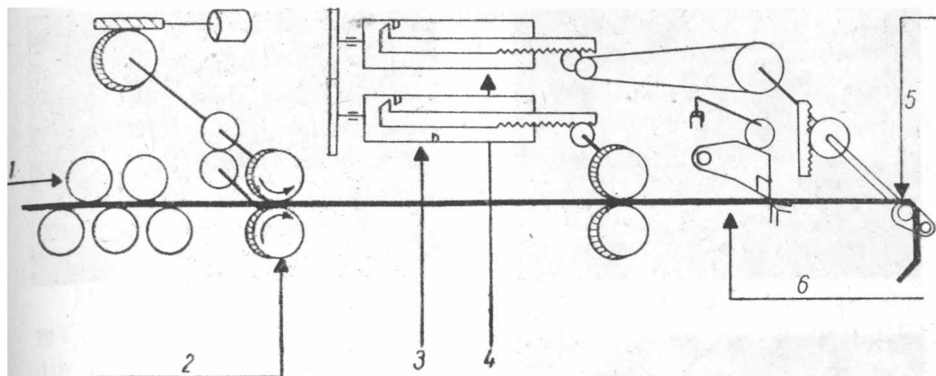


Fig. V.41. Schema de principiu a mașinilor de format etrieri.

Transmiterea unghiului de îndoire se efectuează printr-un joc de roți, lanțuri și cremaliere la un tabulator, care la sfîrșitul cursei unghiului afișat declanșează oprirea îndoirii *(4)*. Reglajul tabulatoarelor este simplu.

Pentru lucrul neautomatizat numărul de îndoiri este nelimitat.

4) *Grupul de îndoire* este acționat de o pompă (verină), antrenată de o cremalieră care permite îndoirea firului de la 0° la 180° după afișajul tabulatorului *5*.

5) *Grupul de tăiere 6* este acționat de o pompă prin intermediul unei pîrghii cu excentric. Un ejector asigură evacuarea pieselor fasonate.

Un numărător indică piesele fasonate și declanșează oprirea mașinii la numărul de piese prestabilite.

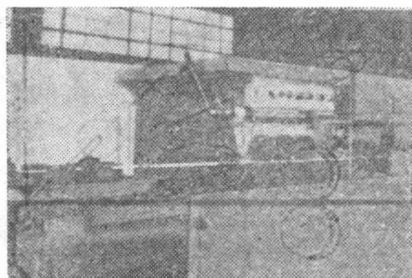
Mașina are productivitate ridicată (circa 700 etrieri/oră), poate îndoi bare în colaci sau bare drepte, cu sau fără profil periodic.

O mașină similară este mașina MEP—STAF-71 (Italia) care fasonează automat etrieri de diferite forme de la 4 la 10 mm.

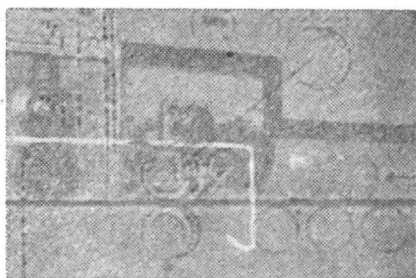
Mașinile specifice plaselor sudate vor fi tratate la utilaje de îmbinare și sudare.

Fazele de execuție se văd pe figura V.42 : îndreptarea oțelului (*a*) ; îndoirea (*b*) ; tăierea și expulzarea etrierului (*c*).

Forma etrierilor ce se pot fasona este foarte variată (fig. V.43) și ea se obține din plasarea convenabilă a limitatoarelor și reglarea unghiului de îndoire, care se poate programa.



a



b



c

Fig. V.42. Fazele de formare a etrierilor.

Fig. V.43. Tipuri de etrieri care se pot fasona la mașini.

6. Mașini de îndoit plase sudate

Plasele sudate livrate ca plase plane pe șantier adesea trebuie îndoite. Pentru îndoirea plaselor sudate sînt mașini de îndoit speciale care pot face simple îndoiri sau chiar carcase de diferite forme.

În țara noastră, Întreprinderea „6 Martie"—Timișoara execută mașini de îndoit plase pînă la ∅ 12 mm, cu lățimea plasei de 5 050 mm și unghiul de îndoire de la 30 la 180°.

Masa mașinii este de 1 180 kg, iar gabaritul de 6 060×1 500×1 500 mm. O mașină cu echipament electrohidraulic este mașina BIFI din R.F.G., iar o mașină automată este mașina BFM tip PA 4/6 (fig. V.44), care fasonează plase cu sîrme pînă la 12 mm, cu lungimi utile cuprinse între 4 pînă la 10 m, cu o putere de 3—7,5 CP, cu o cadență de 4 îndoituri/minut, avînd echipament electric și hidraulic; poate efectua un program de 6 îndoituri la 4 unghiuri diferite; se comandă de la distanță cu pedală.

De regulă, plasele plane care se livrează pe șantier nu au nevoie de îndreptare; în caz contrar, aceasta se face cu mașini de îndreptat cu role în care sînt introduse plasele. Principiul de îndreptare este același ca și la îndreptarea tablelor de oțel. Dispozitivul poate avea 2

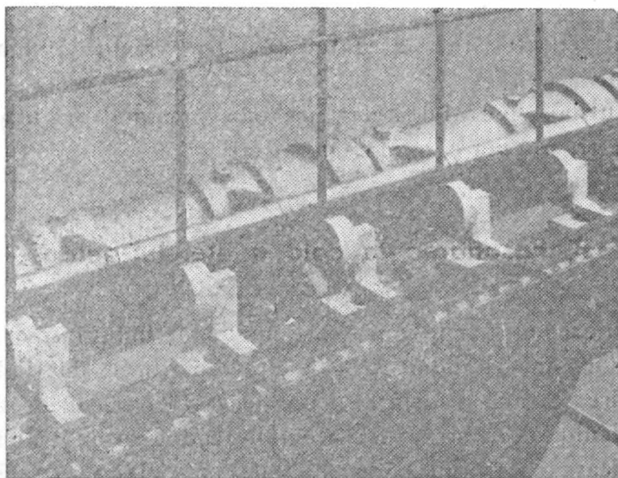


Fig. V.44. Dispozitiv de îndoit plase.

sau 3 role, acționate manual sau electric ; unele mașini au rolele protejate cu cauciuc. Aceste mașini se folosesc și la îndreptarea plaselor livrate în roluri care se îndreaptă la sol, se taie și se folosesc ca plase plane.

7. Mașini de tăiat plase sudate

Pentru tăiat plase sudate se pot folosi agregate care taie toate barele plasei concomitent, după sudare sau după îndoirea plaselor ; mașinile BFM și „6 Martie"—Timișoara taie plase din panouri de 3 000 × ×6 000 mm.

Pe șantier sînt utilizate mașinile electrice manuale tip mono—SKITT (fig. V.45) ; se livrează în două tipuri ; 11 H și S-12 H și pot tăia bare de la 4 la 12 mm, respectiv 18 mm (poate tăia și două bare). Efectuează circa 25 pînă la 30 tăieturi/minut. Masa mașinilor este de 6, respectiv 8 kg, avînd motoare de 430, respectiv 620 W. Tăierea plaselor sudate se poate face și cu cleștele manual (fig. V.46). În țara noastră Întreprinderea „6 Martie"—Timișoara livrează clești de tăiat oțel-beton.

Pentru tăierea în serie în ateliere se pot utiliza ferăstraie circulare de mare turație, atît pentru tăierea plaselor, cît și pentru tăierea barelor.

Cele mai uzitate sînt agregatele AEG — Fein München, Bosch (R.F.G.).

Sînt și utilaje portabile, electrice sau pneumatice, produse și livrate de către un mare număr de firme.

8. Fasonarea la cald a oțelului-beton

Barele cu grosimi foarte mari, care nu se pot îndoi la rece, în special din lipsă de mașini de îndoit de capacitate mare, se pot îndoi la cald, după încălzirea locală la forjă la o temperatură care nu produce transformări periculoase în structura oțelului. Îndoirea nu trebuie să producă modificarea secțiunii barei în zona de îndoire sau alte defecte care pot provoca așchieri, fisuri etc.

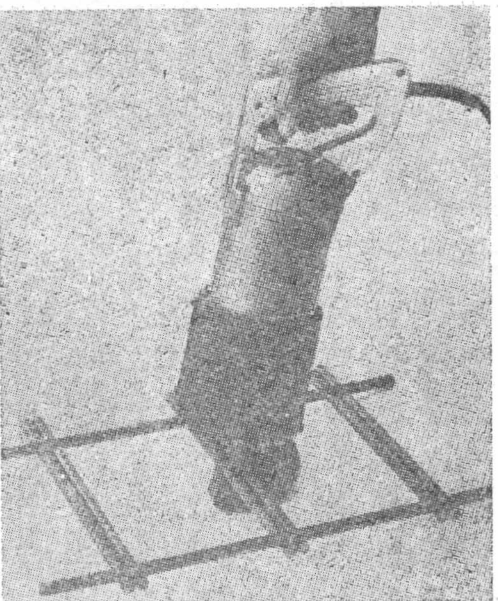


Fig. V.45. Cleşte electric de tăiat plase tip SKITT.

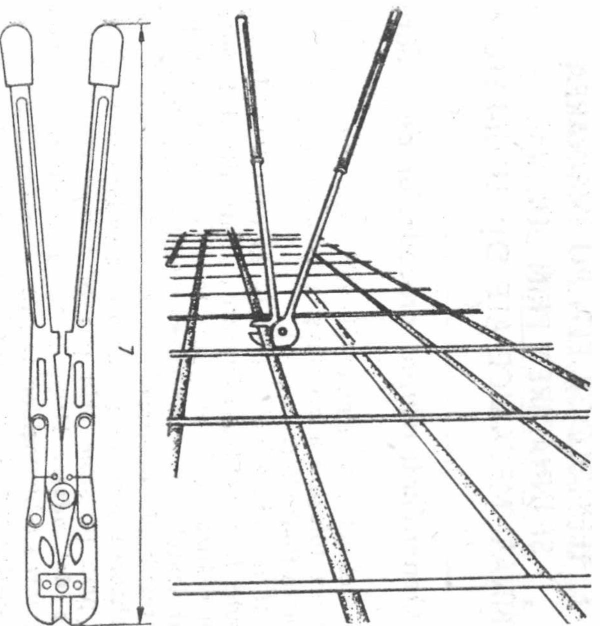


Fig. V.46. Cleşte manual de tăiat plase.

F. TEHNOLOGII PENTRU ÎMBINAREA ȘI ÎNNĂDIREA PRIN SUDARE. ÎMBINĂRI MECANICE ALE OȚELULUI-BETON

1. Generalități asupra procedeelor de sudare

Barele de oțel-beton în elementele de beton armat pot fi înnădite fie prin petrecere folosind aderența și ancorarea în beton, fie prin sudură sau prin mijloace mecanice.

Înnădirea fără sudură va fi tratată la cap. VII. Îmbinarea prin sudură se poate face pentru asigurarea continuității barelor longitudinale, pentru realizarea de armături transversale închise, pentru îmbinarea prefabricatelor sau pentru folosirea și valorificarea capetelor de bare care rezultă la debitare.

Pentru realizarea plaselor și carcaselor sudate se folosește sudarea de rezistență prin presiune prin puncte.

a. **Procedee de sudare.** Reglementarea modului de executare a sudării și precizarea tehnologiilor de sudare este stabilită prin *„Instrucțiunile tehnice pentru sudarea armăturilor de oțel-beton"* C.28-83, în care se dau toate elementele necesare executării sudării prin următoarele procedee (tabelul V.3) :

— *sudarea electrică prin puncte* (I) ;

— *sudarea electrică cap la cap prin topire intermediară* (II) ;

— *sudarea manuală cu arc electric prin suprapunere și cu eclise* (III) ;

— *sudarea manuală cap la cap cu arc electric* cu următoarele variante : sudarea în cochilie, în baie de zgură (cu sau fără cusături longitudinale) ; sudarea în semimanșon de cupru (IV).

La sudarea barelor de oțel-beton trebuie să se respecte următoarele recomandări :

1) Oțelurile care se sudează trebuie verificate strict dacă îndeplinesc condițiile de calitate cerute de STAS 438/1-80 și STAS 438/2-80.

2) Calitatea sudurilor se verifică prin probe.

3) De regulă, sudarea se execută de sudori care au examenul practic și teoretic pentru grupa 3, conform STAS 9532/1-79.

4) Înnădirile sudate se vor amplasa la poziționarea armăturii fasonate în poziția precizată prin proiect ; în lipsa precizărilor din proiect se vor amplasa la o distanță de 50 d ; în cazul în care distanța este mai mică, se admite în aceeași secțiune maximum 25—30% din aria totală transversală barelor din element să fie sudate.

5) Îndoirea barelor sudate este admisă la o distanță de 5 d de capătul sudurii (d = diametrul barelor sudate).

Tabelul V.3. **Procedeele de sudare admise la îmbinarea sau înnădirea oţelurilor-beton**

Tipul de oţel	Procedeul I	Procedeul II	Procedeul III	Procedeul IV	Observaţii
OB 37	0	0	0	0	
STNB sau STPB	0	—	—	—	
PC 52	0	0	0	0	
PC 60 (PC 60 N)*	0	0	0	0	Se admite sudarea cu semi-manşon de cupru
PC 90	—	0	0	—	

0 = se admite sudarea ; — = sudarea nu se admite.
*) PC 60 N — pentru lucrări nuclearoelectrice.

b. Condiţii generale de execuţie. La executarea sudării se vor respecta următoarele reguli.

1) Temperatura ambiantă nu va trebui să fie mai redusă de —5°C.

2) La temperaturi sub —5°C şi pe vînt şi ploaie se vor lua măsuri de protejare, realizînd spaţii acoperite şi respectînd condiţiile de sudare pe timp friguros pe baza dispoziţiilor speciale ale responsabilului cu sudura.

3) Barele care se sudează cap la cap se vor tăia numai cu mijloace mecanice şi se vor curăţi cu perii.

4) La sudare se vor alege electrozii corespunzători procedeului de sudare, calităţii oţelului şi poziţiei de sudare conform Instrucţiunilor tehnice C. 28-83. La oţelurile PC sudate manual cu arc electric prin suprapunere se vor prefera electrozi bazici sau supertit.

5) Sudarea cu preîncălzire se va face cu arzătoare (STAS 4137-70), respectîndu-se condiţiile pentru răcirea lentă, folosind împachetări cu vată minerală.

6) Utilajele de sudat, transformatoarele şi agregatele se vor verifica, controlîndu-se funcţionalitatea şi realizarea parametrilor de sudare (curent, tensiune, presiune, conform normelor şi prevederilor STAS 2689-80).

7) Tehnologiile de sudare trebuie să asigure o *comportare tenace*, adică îmbinarea să aibă capacitate de deformare, iar ruperea barelor să se producă, dacă sînt supuse la tracţiune, la o distanţă de (2—3)*d* de capătul înnădirii sudate ; în cazul în care ruperea s-ar produce în sudură, aceasta trebuie să fie precedată de tendinţa de gîtuire, ce se produce

lent și cu suprafețe de rupere cu aspect fibros, cu smulgeri de material. Nu sînt admise *ruperile casante*, cu aspect lucios, care se produc brusc, fără avertizare, de regulă la urechile de prindere, cînd piesele sînt manipulate pe timp friguros.

2. Sudarea electrică prin puncte

a. **Principiul sudării prin puncte.** Sudarea prin puncte este procedeul de sudare electrică prin presiune, în punctele de intersecție a barelor de oțel-beton care formează prin asamblare plase și carcase sudate. Sudarea se bazează pe încălzirea prin curent electric a barelor pe suprafața lor de contact pînă cînd sînt aduse în stare plastică (adică o stare de topire locală cu tendință de curgere), în timp ce barele sînt comprimate pentru a se suda (forja) prin presare.

Barele întretăiate (nodul plasei sau al carcasei), care pot fi în număr de două sau trei și excepțional chiar patru sau cinci, sînt presate cu o anumită forță între electrozii de cupru ai mașinii de sudat prin care trece și curentul electric furnizat de circuitul secundar al unui transformator (fig. V.47).

Curentul electric trece prin suprafețele de contact (ale barelor cu electrozii de cupru și ale suprafețelor de contact dintre bare) unde întîlnește și cea mai mare rezistență. Acest tip de *sudură* se numește *de contact* pentru că topirea electrodului și sudarea are loc pe suprafețele

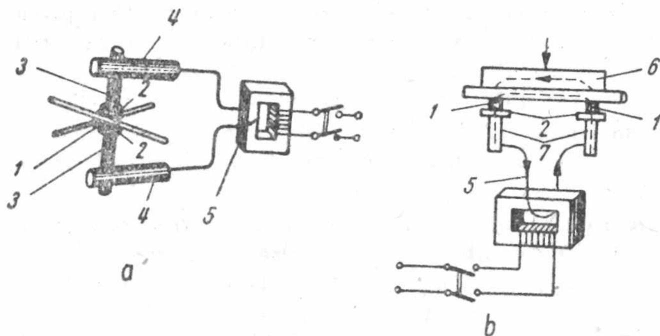


Fig. V.47. Sudarea prin puncte :
a — cu alimentare cu curent electric din două părți ; *b* — cu alimentare cu curent electric dintr-o singură parte ; *1* — bare de oțel-beton care se sudează ; *2* — electrozi ; *3* — portelectrod ; *4* — brațele mașinii de sudat ; *5* — circuitul secundar al transformatorului ; *6* — placa de presare ; *7* — piesă de legătură.

de contact între bare ; se mai poate numi *de rezistență* întrucît pe aceste suprafețe rezistența electrică fiind cea mai mare, se degajează o căldură mare, care aduce suprafețele în stare de topire.

Sudarea se face cu mașini de sudat unipunctuale, staționare sau cu clești mobili sau mașini staționare care pot suda simultan mai multe puncte, de obicei mașini cu automatizare complexă.

Procesul de sudare în principiu nu se deosebește de sudarea prin puncte a tablelor de oțel. La sudarea prin puncte intervine rezistența barelor care se sudează și rezistența suprafețelor de contact. Procesul de sudare se realizează în tot timpul cît barele sînt comprimate sub o anumită forță și în care timp acționează curentul de sudare.

Deschiderea curentului de sudare începe numai după ce barele au fost comprimate și este oprit după ce suprafețele de contact au ajuns în stare de topire plastică și cu puțin înainte ca să se întrerupă presiunea. Sudarea propriu-zisă (forjarea) se face de fapt în cea mai mare parte după întreruperea curentului cînd barele continuă o perioadă scurtă de timp să fie încă presate.

b. **Parametri de sudare și regimuri optime de sudare.** Pentru a se obține o sudură de bună calitate, trebuie să se cunoască dinainte curentul de sudare, forța de apăsare pe electrozi, timpul de ținere sub curent și sub presiune a electrozilor. Aceste elemente formează parametrii de sudare : intensitatea curentului de sudare I, durata trecerii curentului t, forța de apăsare P a barelor care se sudează, care produce o intrepătrundere a barelor sudate (fig. V.48).

Intensitatea curentului de sudare I este curentul, în amperi [A], furnizat de circuitul secundar al transformatorului utilizat la încălzirea suprafețelor de contact ale barelor care se sudează.

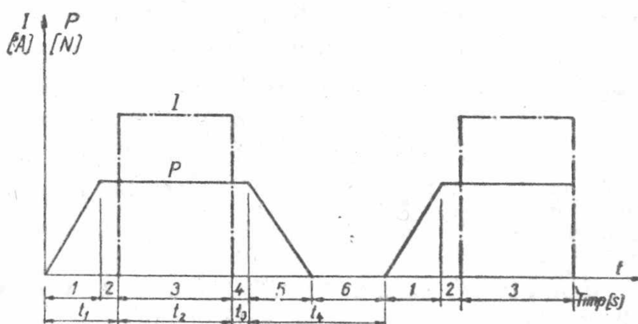


Fig. V.48. Variația presiunii P și a intensității I în timpul sudării prin puncte.

Timpii de sudare sînt un ansamblu de timpi de sudare: timpul anterior sudării t_1, timpul de menținere sub curent t_2, timpul de forjare t_3 și timpul de pauză t_4. Mașinile moderne au regulatoare electronice pentru toți timpii care caracterizează ciclul de sudare. Timpul t_1 este timpul care trece de la începerea presării barelor sub electrozi pînă cînd se deschide contactul, la curentul de sudare; timpul t_2 este timpul propriu-zis de menținere sub curent, timpul t_3 este timpul în care se execută forjarea, adică deformarea la cald a suprafețelor de contact și care începe puțin înainte de întreruperea curentului de sudare și urmează pînă la încetarea presării electrozilor pe bare; timpul t_4 este timpul de pauză, adică timpul care trece de la încetarea forței de apăsare pe electrozi pînă la începerea unui nou ciclu de sudare.

La sudarea barelor de dimensiuni mari se poate utiliza preîncălzirea barelor înaintea ciclului de sudare și o recoacere după executarea sudării, cu un timp de călire și postîncălzire în scopul aducerii oțelurilor la calitatea lor inițială.

Forța de apăsare P [N] este forța dezvoltată de mecanismul de apăsare pe capetele electrozilor necesară menținerii barelor în contact în timpul trecerii curentului de sudare și de deformare (forjare) a barelor după ce suprafețele de contact au fost aduse în stare de topire (plastică).

Ca urmare a presiunii, o parte din metalul adus în stare plastică, în zona de îmbinare, refulează.

O bună sudură se apreciază și după valoarea *întrepătrunderii h* care este adîncirea (turtirea) barelor în dreptul suprafețelor de contact ca urmare a forjării lor la sudare (fig. V.49).

Mărimea totală a intrepătrunderii se exprimă prin $h = (d - a)$, adică suma diferențelor dintre diametrul barelor înainte de sudare și după sudare (măsurate în punctul de sudare):

$$h = (d_1 + d_2) - (a + b_1 + b_2).$$

Valoarea întrepătrunderii trebuie să fie de 0,25 d la OB 37 și 0,33 d la PC 52 și PC 60.

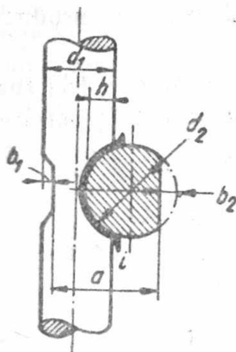


Fig. V.49. Măsurarea întrepătrunderii barelor în nodul sudat:

h — întrepătrunderea; *a* — grosimea totală măsurată în nod; b_1, b_2 — adîncituri locale pe bare provocate de electrozi; d_1, d_2 — diametrele barelor sudate; *i* — inel de metal refulat din nod în timpul sudării.

Oțelul cu profil periodic trebuie sudat cu curent de sudare de **1,5 ori** mai ridicat decît oțelul cu suprafața netedă de aceeași calitate.

Nervurile longitudinale nu trebuie așezate în punctul de **sudare** (fig. V.50). O sudură bună trebuie să aibă aspectul din figură.

3. Sudarea electrică cap la cap prin topire intermediară

Sudarea electrică cap la cap prin topire intermediară este un procedeu de sudare prin presiune, la care capetele barelor de sudat se aduc în contact și se încălzesc pînă la topire, după care urmează refularea (STAS 5555/2-80). La sudarea prin acest procedeu de sudare trebuie respectați mai mulți parametri. Cu acest procedeu se pot suda numai bare de aceeași calitate de oțel și aceleași diametre sau care nu diferă mai mult de 2 mm.

Sudarea se face cu utilaje speciale (fig. V.51). Fălcile mașinii au bacuri cu forma barelor care se sudează. Fălcile se pot apropia conform parametrilor de sudare prestabiliți pentru fiecare tip de oțel (v. Instrucțiunile C.28-83).

Parametrii principali care se respectă la acest procedeu de sudură sînt: lungimea liberă a barelor care se sudează (distanța dintre fălci) scurtarea la topire; scurtarea la refulare; curentul la preîncălzire (de scurt circuit); durata de refulare sub curent; forța de refulare.

4. Sudarea manuală cu arc electric

Sudarea manuală cu arc electric este un procedeu de sudare prin topire, la care sursa termică de topire este dată de arcul electric realizat între barele de sudat și electrodul fuzibil, al cărui metal folosește ca metal de adaos (de sudare).

Deci principala caracteristică la sudarea cu arc electric este faptul că sudarea se bazează pe posibilitatea utilizării căldurii degajate de arcul electric pentru topirea metalelor. Arcul electric se obține prin legarea de bornele unui generator (dinam, transformator de sudură, alternator) a două piese bune conducătoare de electricitate (metal sau cărbune) care se ating pentru a se scurtcircuita și apoi se îndepărtează puțin la o distanță nu prea mare (2—4 mm), funcție de

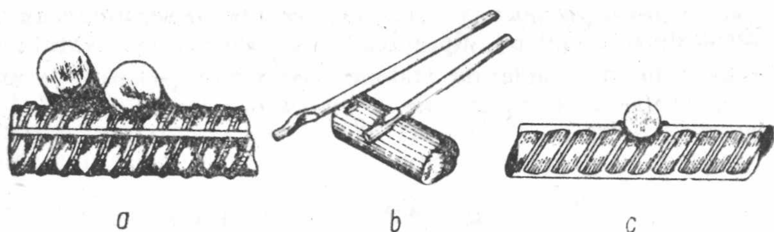


Fig. V.50. Aspectul sudurii la sudarea prin puncte :

a — pentru regim bun de sudare ; *b* — pentru regim necorect de sudare ; *c* — așezare greșită a barelor cu profil periodic.

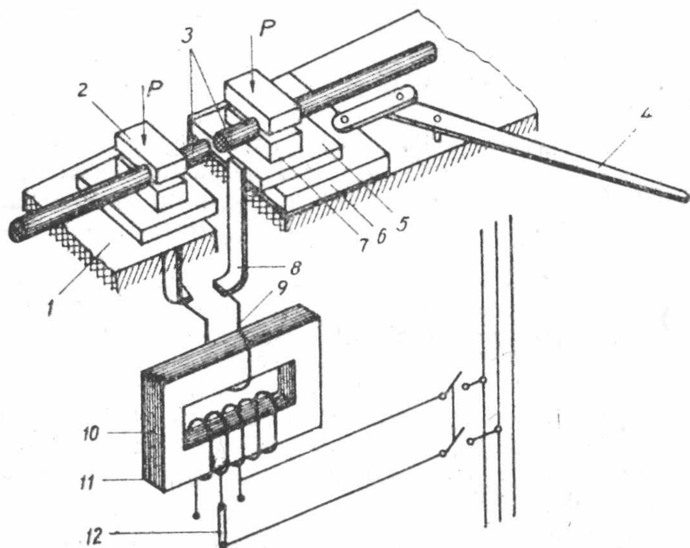


Fig. V.51. Schema de principiu a mașinii de sudat cap la cap :

1 — suport fix ; *2, 7* — fălcile mașinii ; *3* — capetele barelor ; *4* — mecanismul de punere în funcțiune a dispozitivului de comprimare a barelor ; *5* — placa de alimentare de la secundarul transformatorului ; *6* — suport mobil ; *8* — bara de cupru flexibilă ; *9* — conductor ; *10* — transformator ; *11* — înfășurarea circuitului primar ; *12* — alimentarea circuitului primar.

tensiunea de alimentare și de tipul de electrod. Între cele două piese depărtate s-a născut un arc electric, adică o scînteie continuă de o luminozitate excepțională, avînd o culoare alb-albăstruie. Temperatura la care ajunge metalul de la capetele arcului este de 3 000 — 6 000°C. Tensiunea de scurtcircuitare este mult mai mare decît cea de regim.

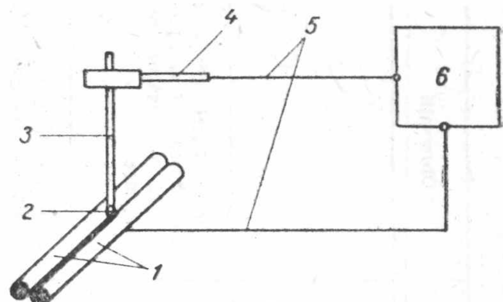


Fig. V.52. Principiul sudării cu arc electric: 1 — bare de armătură; 2 — arc electric; 3 — electrod; 4 — portelectrod; 5 — conductori electrici; 6 — sursă de curent (generator sau transformator).

Arcul se menține la poziția depărtată a electrozilor, deoarece aerul dintre electrozi se ionizează și devine bun conducător de electricitate. Electrodul pozitiv este mai cald decît electrodul negativ.

Principalul procedeu de sudare cu arc electric este procedeul la care arcul se obține prin legarea unui pol al transformatorului de curent (sau al generatorului) la bara de sudat și celălalt la electrod (fig. V.52).

La sudarea cu arc electric se poate utiliza atît curentul continuu, cît și curentul alternativ (STAS 1125/1-76). La curentul continuu, la procedeul cu electrozi metalici, se poate utiliza atît polaritatea directă, cît și polaritatea inversă, după tipul de electrod. Prin polaritate directă se înțelege legarea polului pozitiv de metalul de sudat iar prin polaritate inversă se înțelege legarea polului negativ de metalul de sudat.

În mod obișnuit, pentru sudarea manuală cu arc electric se utilizează electrozi înveliți, livrați conform STAS 1125/1-81 și STAS 1125/2-81, iar pentru sudarea automată sub flux se utilizează sîrma de oțel pentru sudare, livrată conform STAS 1126-80.

Rolul electrozilor. Electrozii înveliți sînt electrozi fuzibili, care se topesc la temperatura arcului electric. Materialul rezultat din topirea electrozilor folosește ca material de adaos pentru efectuarea cusăturii. Pentru realizarea unei bune suduri un rol important îl are calitatea și modul de alcătuire a electrozilor.

Electrozii trebuie să asigure următoarele:

1) *Aprinderea ușoară a arcului, iar în timpul sudării să asigure stabilitatea lui, adică să nu apară întreruperi în funcționare (cu o viteză de topire și de avans a arcului uniformă).*

2) *Arderea (topirea) electrodului trebuie să fie liniștită consumîndu-se în mod egal atît miezul, cît și învelișul, fără să se producă stropi mari de metal sau de zgură.*

Tabelul V.4. **Tipurile de înnădiri prin sudare**

Nr. crt.	Tipul înnădirii	Schița înnădirii	Tipul de oțel	Diametrul barei [mm]	Observații
1	Sudare electrică a barelor cap la cap prin topire intermediară	d	OB 37 PC 52 PC 60	10—40 10—40 10—40	
2	Sudare cu arc electric pe eclise cu 4 cordoane laterale de sudură	d; 5d (4d)	OB 37 PC 52 PC 60	8—40 8—40 8—40	1) Pentru barele solicitate la oboseală se completează cu cusături racordate
3	Sudare cu arc electric pe eclise cu două cordoane laterale de sudură	d; 10d (8d)	OB 37 PC 52 PC 60	8—40 8—40 8—40	2) Diametrele din paranteză sînt pentru oțelurile OB 37
4	Sudare cu arc electric pe eclisă cornier cu două cordoane laterale de sudură	d; 10d (8d)	OB 37 PC 52 PC 60	8—40 8—40 8—40	
5	Sudare cu arc electric prin suprapunere cu două cordoane laterale de sudură	d; 5d (4d)	OB 37 PC 52 PC 60	8—40 8—40 8—40	

6	Sudare cu arc electric prin suprapunere cu un singur cordon lateral de sudură		OB 37 PC 52 PC 60	8—40 8—40 8—40	3) Sudurile se racordează pe o lungime de 1,5 *d*
7	Sudare cu arc electric pe eclisă în formă de jgheab (în cochilie) — în baie de zgură — cu semimanșon de cupru		OB 37 PC 52 PC 60	20—40 20—40 20—40	O sudare de mare productivitate este sudarea în mediu de bioxid de carbon
8	Înnădire cu manșon filetat		OB 37 PC 52 PC 60	20—40 20—40 20—40	Tipurile de înnădiri cu manșoane filetate și sudate sînt foarte diferite
9	Sudare cu arc electric de o plăcuță metalică, cu 4 cordoane laterale de sudură		OB 37 PC 52 PC 60	8—40 8—40 8—40	
10	Sudare cu arc electric de o plăcuță metalică cu 2 cordoane de sudură		OB 37 PC 52 PC 60	20—40 20—40 20—40	

Observații: Pentru bare de oțel OB 37 se adoptă lungimile de înnădire prevăzute în paranteze. La lungimile de sudură l_s prevăzute în tabel se adaugă pe fiecare parte cîte 10 mm pentru a se obține lungimea eclisei $l_e = 2\times10+l_s$; grosimea cusăturii se ia de 0,34 *d* (v. fig. V.53).

Sudarea oțelului PC 60 N (pentru lucrări nuclearoelectrice) este similară cu a oțelului PC 60.

3) *Cusătura realizată nu trebuie să prezinte pori, fisuri sau crăpături şi să nu aibă în ea oxizi metalici, nitruri sau incluziuni de zgură care reduc rezistenţa cusăturii.*

4) *Baia de sudură care se formează nu trebuie să provoace arderi marginale periculoase; după răcire zgura furnizată de electrod trebuie să poată fi îndepărtată uşor.*

5) *Tipul de electrod trebuie să asigure sudarea la poziţia cerută (orizontală, verticală, înclinată, în cornişă, de plafon etc.).*

6) *Metalul depus trebuie să aibă caracteristici mecanice egale cu ale materialului de bază şi să prezinte o bună omogenitate.*

Rolul învelişului electrozilor. Electrozii înveliţi sînt alcătuiţi dintr-un miez de oţel format dintr-o sîrmă dreaptă cu diametrul de 1,5—8 mm şi dintr-un înveliş. Electrozii înveliţi în funcţie de grosimea învelişului se împart în: electrozi cu înveliş subţire (la care diametrul total inclusiv învelişul este cu 5—10% mai mare decît vergeaua miezului de oţel, electrozi cu înveliş mijlociu (la care diametrul total este cu 30—40% mai mare decît miezul de oţel).

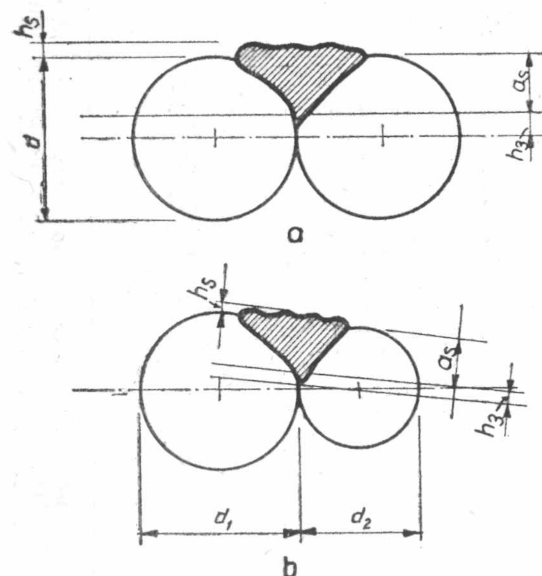


Fig. V.53. Grosimea sudurilor la sudarea barelor de oţel-beton:

a — bare cu diametre egale; *b* — bare cu diametre neegale; a_s — înălţimea propriu-zisă a sudurii (max. 0,34 *d* şi min. 0,24 *d*); h_3 — porţiunea egală cu 1/6 *d* (diametrul barei celei mai subţiri) care nu se ia în consideraţie la stabilirea înălţimii sudurii; h_s — supraînălţare.

Sudarea manuală cu arc electric poate fi utilizată şi la sudarea oţelurilor-beton de calităţi diferite, la înnădirea sudată prin suprapuneri şi la cea cu o singură eclisă (tabelul V.4). La lungimile de sudare l_s prevăzute în tabel se adaugă de fiecare parte cîte 10 mm pentru a se obţine lungimea eclisei:

$$l_e = 2 \times 10 + l_s.$$

Grosimea cusăturii se ia de 0,34 *d* după cum se vede în figura V.53.

Rostul dintre capetele barelor se lasă de 1—2 mm la sudurile cu două eclise şi de 0,5 *d* la sudurile cu o singură eclisă.

Numărul de straturi de sudură este funcție de grosimea barelor de sudat, admițîndu-se un strat pentru $d \leqslant 16$ mm, două straturi pentru $16 \text{ mm} > d \leqslant 25$ mm și trei straturi pentru $25 \text{ mm} > d < 40$ mm.

Ordinea de sudare se stabilește conform Instrucțiunilor C.28-83 asigurîndu-se o încălzire cît mai lentă și uniformă a barelor.

La sudările verticale la poziție sudarea se face de jos în sus pentru ca solzii de sudură să aibă suport.

Se va da atenție: *amorsării arcului ; păstrării stabilității ; asigurării intensității curentului cerute de procedeu ; distanței dintre electrod și piesă ; înclinării electrodului ; vitezei de avansare uniforme ; modului de reaprindere ; să nu se formeze cratere la începutul și la sfîrșitul sudurii, ținînd cît mai puțin arcul fără să ardă marginile.*

Pentru sudare barele vor fi curățite de rugină, de pete de ulei, de zgură etc. (la sudarea stratului anterior).

În continuare se va arăta tehnica propriu-zisă a executării sudurii manuale cu arc electric.

Pentru începerea executării sudurii, sudorul este obligat: *să verifice dacă are pregătite la locul de sudare toate dispozitivele ajutătoare de prindere și de fixare a barelor și trusa cu uneltele ajutătoare ale sudorului ; să îmbrace costumul de protecție (șorț și mănuși) ; să monteze în portelectrod tipul de electrod prescris pentru îmbinarea respectivă ; să pună agregatul de sudare sub tensiune ; să facă conectarea curentului la portelectrod la intensitatea și la tensiunea prescrisă pentru tipul de îmbinare care se execută cu polaritatea indicată pe cutia electrozilor ce se folosesc. Să asigure legarea la polul opus.*

5. Sudarea în cochilie, în baie de zgură, cu cusături longitudinale

La acest procedeu se urmărește menținerea parțială a băii de lichid (metal topit) avînd drept suport o cochilie metalică ; se aplică barelor groase cu diametrul mai mare de 20 mm, cînd accesul la locul de sudură nu se poate face decît pe o singură parte.

Procedeul fiind mai pretențios se execută numai de sudori experimentați și cu un control riguros al sudării.

La sudarea cu cusături longitudinale eclisa are și rol de rezistență, pe lîngă rolul de suport.

La sudarea în semimanșon de cupru, acesta se utilizează ca suport al băii, după care se recuperează pentru sudările următoare.

6. Înnădirea cu manșoane

a. **Manșoane filetate.** La înnădirea tiranților care pot fi folosiți la o construcție de beton armat și care trebuie să fie reglați se folosesc manșoane filetate cu filet stînga-dreapta pentru a se asigura prin rotirea în sensul acelor de ceasornic strîngerea tirantului (fig. V.54). Secțiunea barelor este redusă de filet (fiind socotit diametrul la fundul filetului), iar lungimea filetului se alege pentru a asigura o cursă liberă corespunzătoare.

Procedeul se folosește de regulă la înnădirea barelor netede. Pentru a evita reducerea secțiunii prin filetare se poate face îngroșarea barei prin forjarea sau filetarea prin rolare-presare.

b. **Manșoane din cupoane din țevi, presate la rece.** În ultima perioadă s-au realizat mai multe tipuri de îmbinări cu manșoane folosind pentru realizarea continuității agregate (prese) de presare la rece a manșoanelor. Se mai folosesc mortare speciale injectate sau procedee combinate (filetare, sudare, presare) precum și manșoane filetate cu material metalotermic.

Cupoanele din țevi se obțin de regulă din țevi laminate la cald sau prin prelucrări mecanice a unor bare rotunde pline.

Agregatele de presare s-au realizat în diferite țări. Cele mai cunoscute sînt cele realizate în R.F.G. „Eberspächer—Pressmuffengeräte“, folosite și în R. S. Cehoslovacă și R. P. Ungară.

În țara noastră se fac experimentări pentru realizarea agregatelor de presare și sudare prin procedee metalotermice.

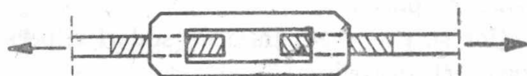


Fig. V.54. Înnădirea cu manșon de tensiune.

G. UTILAJE ȘI DISPOZITIVE DE SUDAT OȚEL-BETON

1. Utilaje și dispozitive staționare pentru sudare prin puncte

a. Principiile generale de alcătuire a mașinilor de sudat prin puncte și clasificarea lor. Sudarea electrică prin puncte este un procedeu de sudare de mare productivitate și de maximă eficiență atunci cînd se execută în cadrul unei uzine.

O mașină de sudat (fig. V.55) este compusă din următoarele părți : electrozii propriu-ziși *1* confecționați din bare sau plăci ; portelectrozii *2* care sînt legați prin conductori flexibili din cupru *3* ; transformatorul de sudură *4* ; mecanismul de apăsare a electrozilor pe îmbinarea sudată *5*.

Mașinile utilizate la sudarea plaselor și carcaselor prin puncte se pot clasifica după mai multe criterii :

1) *După poziția electrozilor în timpul sudării*, mașinile de sudat sînt *staționare* sau *mobile* (mașini de sudat cu clește mobil).

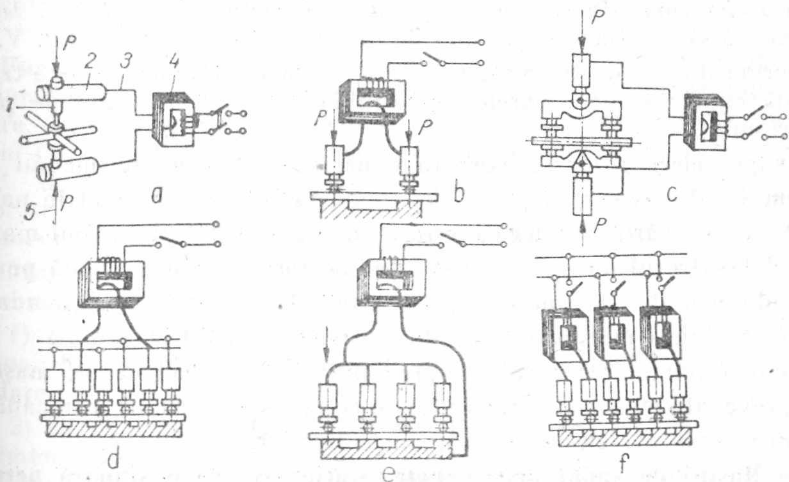


Fig. V.55. Schemele de principiu ale mașinilor de sudat prin puncte : *a* — pentru sudarea unui singur punct ; *b* — pentru sudarea a două puncte cu alimentarea cu curent pe o singură parte ; *c* — pentru două puncte cu curent din ambele părți ; *d* — pentru mai multe puncte cu curent pe o singură parte ; *e* — pentru mai multe puncte cu curent pe ambele părți ; *f* — pentru mai multe puncte cu curent dintr-o singură parte, dar cu mai multe transformatoare.

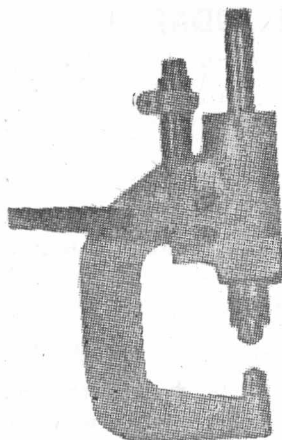


Fig. V.56. Dispozitiv de sudat prin puncte.

2) *După numărul de electrozi*, mașinile sînt *cu o singură pereche de electrozi*, care efectuează suduri unipunctuale, sau *cu mai multe perechi de electrozi*, care sudează simultan mai multe puncte (obișnuit pînă la 36 puncte).

3) *După destinație*, mașinile pot fi *specializate* sau *universale*.

4) *După gradul de mecanizare și automatizare*, mașinile pot fi *automate*, *semiautomate* sau *fără nici o instalație de automatizare*. Automatizarea se referă atît la reglarea automată a ciclului de sudare (reglarea timpilor procesului de sudare) cît și la acționarea electrozilor și deplasarea plasei sudate.

5) *După tipul mecanismului de apăsare pe electrozi*, mașinile pot fi *pneumatice*, *mecanice* sau *cu pedală*.

6) *După modul de alimentare cu curent electric a electrozilor* se disting mașini *cu alimentare pe două părți* și *cu alimentare pe o singură parte* la care electrozii sînt așezați pe o aceeași parte a îmbinărilor, iar în partea opusă se află numai plăci de presare (din cupru), (v. fig. V.55).

Curentul trece de la un electrod la altul prin porțiunea de bară transversală cuprinsă între barele longitudinale care se reazemă pe placa de presare.

Asupra electrozilor se exercită o presiune P prin intermediul mecanismului de apăsare. Electrozii și plăcile-electrozi care sînt în partea de jos a îmbinării sînt legați printr-un braț de batiul (corpul mașinii de sudat). Brațul de jos poate fi fixat la unele mașini în două poziții. În mod obișnuit, electrodul de sus este mobil și se deplasează prin intermediul aceluiași mecanism care dă și apăsarea pe electrozi.

Pentru prevenirea încălzirii prea puternice a electrozilor, mașinile sînt prevăzute cu o instalație de răcire cu apă sub presiune prin canalele din interiorul portelectrozilor și a electrozilor.

b. **Mașini de sudat prin puncte, staționare, cu o singură pereche de electrozi.** Executarea armăturilor sudate direct la șantiere sau la ateliere de confecționat armături de capacitate mică se poate face pentru plase și carcase de dimensiuni mici cu mașini staționare cu o singură pereche de electrozi. În cazul în care nu se dispune de racord

de aer comprimat, se pot utiliza maşini cu arc şi pedală sau maşini cu motor și arc. Ori de cîte ori se dispune de racord de aer comprimat se preferă mașinile cu acționarea pneumatică a electrozilor.

Pentru plase și carcase de dimensiuni mari confecţionate în ateliere mici și mijlocii se utilizează mașini de sudat cu cleşte mobil (cleşte de sudură), cu acționare manuală sau pneumatică (hidraulică) a electrozilor. Mașinile cu arc și pedală au productivitate mică și suprasolicită muncitorul, ducînd la obosirea lui. Maşinile cu motor și arc (la mecanismul de apăsare a electrozilor) sînt superioare celor cu arc și pedală. În prezent se procură și se utilizează numai mașini automate sau semiautomate.

Mașinile staționare cu o singură pereche de electrozi prezintă ca dezavantaj principal, în afară de o slabă productivitate în raport cu mașinile cu mai mulți electrozi, deschiderea mică a brațului, ceea ce le face utilizabile la sudarea plaselor de lățimi mici 500—600 mm sau obligă la efectuarea de rotiri a plaselor cu 180°, rotiri care sînt incomode și ocupă un spațiu mare. Prin rotire, atunci cînd forma plasei și carcasei o permite, se obțin plase cu lățimea dublă a deschiderii brațului, plus un ochi de plasă.

Mașinile au mecanism pneumatic pentru comprimarea electrozilor, construcția lor fiind robustă și simplă ; mașinile au o productivitate ridicată, o bună stabilitate a regimului de sudare și sînt ușor de manipulat.

Față de mașinile cu pedale și motor cu arc, mașinile cu acționare pneumatică au un grad de automatizare ridicat, asigurat de regulatoare electrice ai timpilor ciclului de sudare și contactoare cu ignitroni (fără inerție). Mașinile necesită racord la rețeaua cu aer comprimat. Comprimarea electrozilor este pneumatică, deplasarea electrozilor se face numai pe verticală. Conectarea și deconectarea transformatorului sînt asigurate printr-un contactor cu ignitroni.

Mașina MTP-75 (U.R.S.S.) este tipul cel mai uzitat (fig. V.57) și se compune din :

1) *Un regulator de timp cu 4 poziții* (compresiune, sudare, forjare și pauză), ce asigură succesiunea automată a operaţiilor ciclului de sudare.

2) *Corpul mașinii 1*, alcătuit din țevi sudate, corniere și table de asemenea sudate, în care se află transformatorul de sudură *2*, comutatorul cu trepte *3* și contactorul cu ignitroni *4*. De consola superioară din fața mașinii sînt fixate dispozitivul de ghidare *5*, acționarea pneumatică a presiunii *6* și portelectrodul *7*. Consola inferioară *8* are fixată piesa de contact *9*. Ventilul pneumatic electromagnetic *10* este fixat pe capacul mașinii.

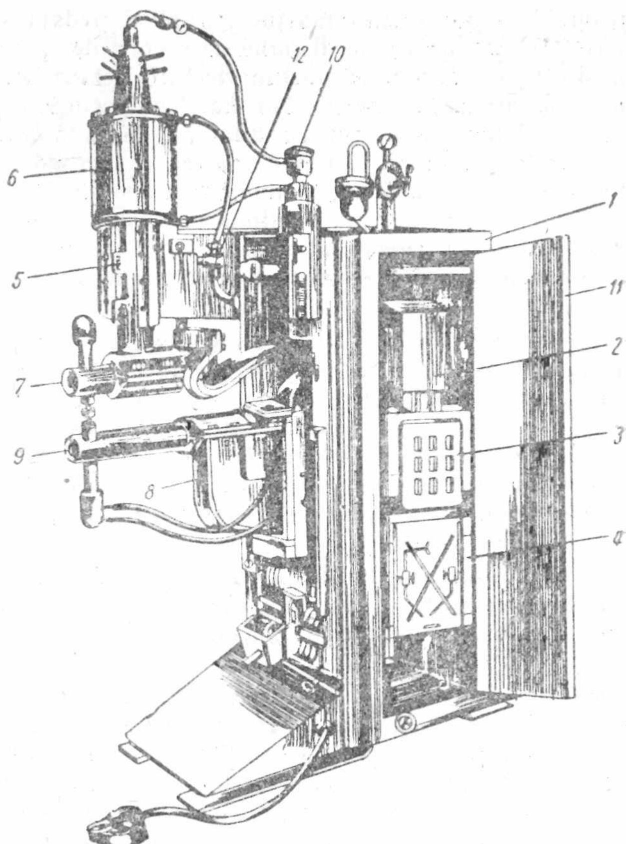


Fig. V.57. Mașina de sudat prin puncte cu dispozitive pneumatice de acționare a electrozilor tip MTP-75.

Dispozitivul de reglare a timpilor de sudare *11* este amplasat pe panoul din spate. Robinetul cu trei căi *12* este montat în dreptul consolei superioare. Întrerupătorul electric cu pedală se află în dreptul piciorului sudorului.

Acționarea pneumatică a electrodului superior se compune dintr-un cilindru de oțel în care se mișcă cuplul a două pistoane, care sînt puse în mișcare de aerul comprimat care intră sau care este evacuat în partea superioară sau inferioară a cilindrului.

Transformatorul de tip blindat este alcătuit dintr-un miez care are rolul de primar și din spirale care formează secundarul.

În ţara noastră sînt folosite şi maşini de sudat cu o singură pereche de electrozi produse în Republica Socialistă Cehoslovacă (tip BP-30 şi BP-60). Întreprinderea Electrotimiş a produs o serie de prototipuri.

c. Maşini de sudat prin puncte, cu mai mulţi electrozi, de lăţime mijlocie. Maşinile de sudat cu mai mulţi electrozi sînt folosite la sudarea plaselor plane şi în rulouri şi a carcaselor sudate.

Cele mai folosite maşini de sudat în fabricile de prefabricate sînt cele construite în U.R.S.S. de tip MTMS-7×35, MTMS-9×35 şi MTMS-10×35. La aceste maşini, prima cifră după iniţiale indică numărul de transformatoare, iar a doua indică puterea transformatorului, în kVA.

Lăţimea plaselor este de 1 400 mm la maşina MTMS-7×35, 1 800 mm la maşina MTMS-9×35 şi respectiv 2 000 mm la maşina MTMS-10×35. Principiile de funcţionare ale maşinilor sînt practic aceleaşi la toate tipurile.

Aceste maşini sînt semiautomate. Sîrmele longitudinale sînt de regulă derulate direct de pe colaci în mod continuu, iar cele transversale sînt alimentate manual. După introducerea sîrmelor (barelor) transversale se apasă pe pedala maşinii şi întregul ciclu de funcţionare decurge automat. Distanţa dintre sîrmele longitudinale poate să fie reglată oricum în limitele de la 100 pînă la 250 mm. Distanţa dintre sîrmele (barele) transversale poate fi reglată de la 100 pînă la 350 mm.

Principiul de funcţionare. La astfel de maşini barele longitudinale şi transversale sînt pregătite dinainte.

Sîrmele longitudinale descolăcite sînt îndreptate în prealabil prin role şi curăţate de rugină. Dacă sîrmele sînt introduse în fir continuu ele sînt tăiate după sudarea barelor transversale şi după executarea plasei la lungimea dorită ; în mod obişnuit sîrmele longitudinale sînt tăiate la lungimi fixe înainte de sudare.

Presarea şi sudarea barelor se face prin intermediul electrozilor în formă de plăci de cupru fixaţi prin articulaţii de tijele cilindrilor pneumatici superiori, care sînt apropiaţi mai întîi de electrozii inferiori ai maşinii.

Toate intersecţiile se sudează concomitent. Alimentarea cu curent electric se face printr-o singură parte, prin intermediul electrozilor inferiori legaţi cîte doi de fiecare transformator. Conectarea şi deconectarea transformatoarelor se face prin intermediul contactoarelor cu ignitroni.

După sudarea sîrmelor transversale, plasa este prinsă de cîrligele căruciorului care o împinge cu pasul stabilit anterior.

Pentru sudarea reţelelor cu diverse dimensiuni ale ochiurilor, la maşină se poate regla distanţa barelor longitudinale şi a celor transversale.

Maşina MTMS-10×35 este compusă din următoarele părţi principale: batiul, cilindrii pneumatici superiori de care sînt legate plăcile de cupru, electrozii inferiori, fixatoare speciale pentru sîrmele transversale şi longitudinale, dispozitive de ghidare a sîrmelor longitudinale, căruciorul de deplasare a reţelei, instalaţia pneumatică, sistemul de răcire şi echipamentul electric.

Cilindrii pneumatici sînt fixaţi la partea superioară de o grindă special prelucrată; cilindrii se pot deplasa lin în lungul grinzii la schimbarea distanţei dintre electrozi. De asemenea, plăcile de cupru se pot schimba cînd se modifică distanţa dintre electrozii inferiori. Piesele inferioare de contact se pot deplasa lateral pe o grindă, de asemenea special amenajată. Portelectrozii se pot deplasa pe verticală.

Presiunile sînt preluate de o serie de şuruburi care trebuie reglate la fiecare schimbare a distanţelor dintre barele longitudinale.

Deplasarea plaselor se face prin intermediul căruciorului, barele transversale fiind prinse prin intermediul unor pîrghii cu tiranţi. Pîrghiile cu tiranţi se pot deplasa în lungul arcului şi se rotesc pe el.

Transformatoarele de sudură sînt alimentate de reţeaua de curent alternativ cu tensiunea de 380 V şi frecvenţa de 50 Hz. Tensiunea în reţeaua secundară a transformatorului de sudură se reglează prin variaţia numărului de spire din bobinajul primar prin intermediul comutatorului PS 200—8; astfel, se asigură reglarea curentului în 8 trepte, în limitele de la 2,82 pînă la 5,64 V.

Pe tabloul de comandă instalat la maşina MTMS-10×35, în spatele maşinii, se găsesc comutatoarele pentru diferite mecanisme.

Întrerupătoarele automate instalate în reţeaua electrică protejează echipamentul electric împotriva scurtcircuitelor şi a scăderii de tensiune. Transformatoarele de sudare pot fi conectate fie simultan, fie pe grupe (de 3—4 transformatoare), prin intermediul unor contactoare electromagnetice O—OKTI—KTIII.

d. Maşini de sudat prin puncte, cu mai mulţi electrozi, de lăţime mare. Maşinile de sudat plase de lăţimi mari (mai mari ca 2 000 mm) sînt construite în U.R.S.S., S.U.A., Elveţia, Austria, Anglia, R.F.G., Franţa etc.

Maşini tip ATMS-14×75. În U.R.S.S. se utilizează maşinile ATMS-14×75 de diferite tipuri. Astfel, maşinile ATMS-14×75-3 sudează plase late de 2 750 mm, ATMS-14×75-4 şi ATMS-14×75-5 sudează plase late de 2 350 mm, ATMS-14×75-7 sudează plase late de 3 800 mm, ATMS-18×75 sudează plase late de 3 800 mm, iar maşina ATMA-15×480 sudează plase late de 4 800 mm.

Maşina ATMS-14×75-4 (fig. V.58) poate livra plase plane sau plase în rulouri cu distanţe între barele alăturate longitudinale şi transver-

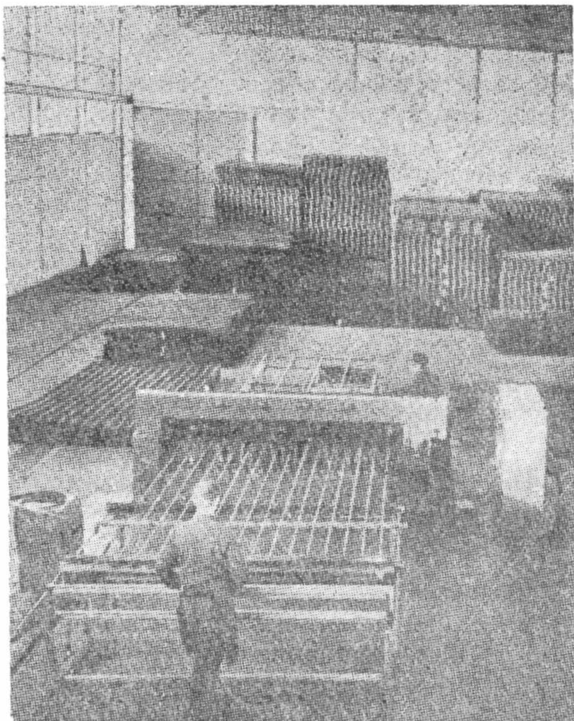


Fig. V.58. Linia de sudare plase plane.

sale reglabile în limitele 100—300 mm. Maşina este integrată într-un flux tehnologic complex.

Sîrmele longitudinale sînt descolăcite cu ajutorul unor vîrtelniţe amplasate în spatele maşinii de sudat, fiind introduse în maşină în mod continuu după ce au fost îndreptate prin dispozitivul de îndreptat cu 5 role. Sîrmele transversale sînt alimentate printr-un buncăr unde sînt prinse bucată cu bucată de către un mecanism special şi introduse în spaţiul dintre electrozi aşezîndu-le perpendicular pe sîrmele longitudinale. Alimentarea cu bare transversale se face ritmic, în limitele ciclului de sudare care este declanşat chiar de sîrma transversală cînd ajunge între electrozi.

Strîngerea barelor intersectate şi ciclul de sudare se face fie concomitent în toate punctele intersectate, fie în două sau trei etape pentru solicitatea mai redusă a reţelei electrice.

Alimentarea cu curent electric se face printr-o singură parte, la cei 28 electrozi inferiori, de la 14 transformatoare a 75 kVA. Puterea

totală a mașinii este de 1 050 kVA. Această putere poate fi folosită parțial prin intrarea în funcțiune succesivă a transformatoarelor de sudură. La plase cu un număr mai redus de sîrme longitudinale se pot solicita un număr mai mic de transformatoare.

După sudarea de sîrmele longitudinale, sîrma transversală este prinsă de cîrligele căruciorului care, acționat de doi cilindri pneumatici, deplasează plasa cu pasul stabilit, după care revine la poziția inițială pentru reluarea ciclului.

Cu ajutorul unei foarfece ghilotine se poate tăia plasa pe toată lățimea, la lungimea dorită. Un dispozitiv de acționare pneumatică poate asigura și tăierea longitudinală a plasei în două părți.

La toate mașinile, se poate modifica distanța dintre barele longitudinale și cele transversale, în limitele admise. Schimbarea distanțelor dintre barele longitudinale durează 3—8 h, iar a distanței dintre barele transversale 0,5—1 h.

Mecanismul de prindere și de blocare pentru sîrmele transversale constă din doi electromagneți și dintr-o pîrghie cu role montată pe o consolă aflată deasupra canalului buncărului.

Pentru ghidarea sîrmelor longitudinale, mașina are o serie de țevi prin care trec sîrmele care sînt dirijate în dreptul centrului electrodului. Buncărul pentru sîrmele transversale are un perete frontal deplasabil pentru a fixa barele transversale de lungimi mai mici.

Față de mașina ATMS-14×75-4 care este automatizată, mașina ATMS-14×75-5 este o mașină semiautomată ; sîrma transversală este introdusă manual în buncăr.

La I.S.P.S.—Buzău se folosesc două tipuri de mașini livrate de firma Emil Jäger și firma Baustahlgewebe din R.F.G.

1) *Mașini care lucrează cu bare longitudinale și transversale îndreptate și tăiate în prealabil :* tip GSA—M-27/36—Jager și mașina tip SMP-2650—50/70-9×10—Baustahlgewebe.

2) *Mașini care lucrează prin tragerea barelor longitudinale direct din colaci, în timp ce barele transversale se îndreaptă și se taie în prealabil :* tip GSA—H-27/37 și tip GSA—N-30/40, livrate de firma Jäger.

Mașinile care livrează plase în rulouri au dispozitive speciale de rulare la diametre în jur de 900 mm, cu lățimea ruloului de circa 3 750 mm. Antrenarea ruloului este făcută cu un motor de circa 4 CP, cu viteze variabile și comanda automată, avînd comutatoare de sfîrșit de cursă acționate de săgeata plasei. Ruloul plasei complet este coborît prin pivotarea unui suport lateral. Ruloul este apoi ridicat de pe tambur prin tragerea acestuia. La unele tipuri de mașini, plasele sînt în prealabil curbate.

Toate tipurile de mașini sînt prevăzute și cu dispozitive de tăiat, debitat și răsturnat plase care apoi sînt legate în diferite puncte pentru a asigura un pachet rigid care poate fi manipulat pe mijloacele de transport.

2. Cleşti pentru sudarea prin puncte

Pentru executarea carcaselor sudate și a plaselor sudate de lățime mare la atelierele de prefabricate mici și mijlocii care nu mai sînt dotate cu mașini de sudat cu mulți electrozi, se utilizează mașini de sudat cu cleşte mobil (cleşti de sudură) ; de asemenea se pot folosi la sudarea elementelor de dimensiuni mari de pe șantiere.

Condiții care se impun pentru mașinile de sudat cu cleşte mobil :

1) *Cleştele trebuie să aibă posibilitatea de a lucra perpendicular pe planul plasei ; de aceea, cursa electrozilor trebuie orientată în lungul capului electrozilor* (fig. V.59).

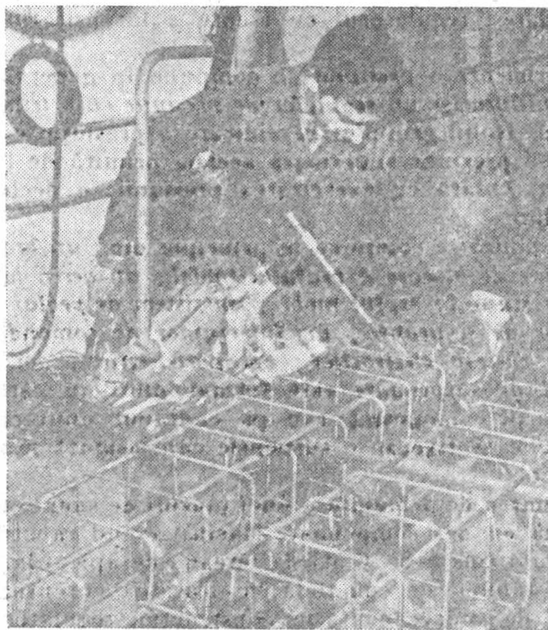


Fig. V.59. Modul de lucru la cleştele de sudat tip ARO 208.

2) *Cleștele trebuie să aibă o mare rază de acționare (minimum 4 m).*

3) *Dispozitivul de suspendare împreună cu suspensia giroscopică va trebui să asigure o manipulare ușoară a mașinii și cleștelui în timpul lucrului.*

4) *Presiunea pe electrozi să fie realizată la o valoare corespunzătoare, printr-un sistem de acționare simplu care dacă este posibil să nu necesite racord de aer comprimat.*

5) *Mașina trebuie să fie perfect etanșată pentru a nu avea pierderi de apă, ulei, aer comprimat etc.*

6) *Reglarea timpilor ciclului de sudare și a întreruperilor trebuie asigurate prin regulatoare de timp și prin contactoare fără inerție (cu ignitroni).*

7) *Transformatorul trebuie să fie inclus în corpul cleștelui.*

a. **Construcția cleștilor de sudat.** Cleștele portativ se compune din următoarele subansambluri: tabloul de comandă; grupul de ridicare a presiunii; transformatorul; cleștele propriu-zis; dispozitivul de suspendare cu suspensie giroscopică.

În *tabloul de comandă* sînt în general montate următoarele elemente: siguranțele; întrerupătorul general; regulatorul timpilor de încălzire și de sudare; regulatorul cu trepte a intensității curentului de sudat.

Grupul de ridicare a presiunii se compune în general din: *reductor de presiune a uleiului și un regulator de presiune cu o triplă valvă cu comandă electrică.* Rolul grupului de ridicare a presiunii este de a transmite la clește o presiune superioară aceleia primită de la conducta cu aer comprimat. Odată cu exercitarea presiunii se declanșează și curentul de sudare.

Cleștele de sudură se compune în principiu din: *un braț fix; un braț mobil; o pîrghie de blocare a brațului mobil; un verin hidraulic pentru transmiterea presiunii la brațul mobil; un sistem de reglaj al deschiderii; un întrerupător de siguranță; un întreruptor de comandă; o conductă elastică pentru răcirea electrozilor; doi portelectrozi; doi electrozi.*

Dispozitivul de suspendare este format dintr-un cărucior cu role, care poate rula pe o monoșină sau pe cadranul unui cărucior mobil. De acest cărucior se fixează o suspensie care asigură mînuirea mașinii în plan vertical.

b. **Funcționarea de principiu a unei mașini de sudat cu clește mobil, care acționează cu aer comprimat.** Mașina avînd racordul la rețeaua cu aer comprimat (de ≈ 5—6 at), la rețeaua de apă și la cea de curent, se reglează la tabloul de comandă intensitatea curentului de sudură, timpii ciclului de sudare conform construcției regulatorului de timp.

Sudarea se face prin introducerea capului cleștelui în celula plasei, prin declanșarea ciclului de sudare care începe cu presarea electrozilor

pe nodul sudat. Presiunea este transmisă electrozilor la valoarea reglată anterior. Cînd se realizează presiunea de regim, se declanșează automat de microîntrerupător curentul de sudură la valoarea reglată. Răcirea este asigurată prin apă obișnuită de răcire.

c. Tipuri de mașini de sudat cu cleşte mobil. Dintre acestea mai cunoscute sînt: mașinile tip MTPG-75; MTPP-75 cu cleşte de sudură tip KTG 75-2-5 (U.R.S.S.); mașina ARO (Franța); mașinile BROWN BOVERI (Elveția); mașinile PENSILI (Italia); mașinile SCIAKY (Anglia, Franța, S.U.A. etc.); mașinile ZINSER (Norvegia); mașinile VEB (R.D.G.); mașina KP-60 (R.S.C.) etc.

În U.R.S.S. s-a construit mașina de sudat cu cleşte mobil MTPG care are transformatorul de sudură și cleștele legat de transformator prin cabluri speciale flexibile de cupru cu secțiunea de 200 mm² pentru conducerea curentului electric.

Mașina are un dispozitiv pneumatico-hidraulic pentru acționarea electrozilor, un sistem de răcire și un comutator cu ploturi pentru reglajul transformatorului plasat pe transformator. Schema electrică este asemănătoare cu cea a mașinii MTP-75.

Suspensia pentru transformator și pentru cleștele de sudură este asigurată printr-un sistem special cu o pîrghie cu contragreutate care se mișcă pe un monorai sau pe cadrul unui cărucior. Dispozitivul are posibilitatea rotirii mașinii în jurul axei verticale cu 360°.

Transformatorul de sudură constă dintr-un miez blindat, dintr-un disc al bobinei primare și din două spirale pentru bobina secundară răcită de un curent de apă. Spiralele bobinei secundare sînt cuplate în serie sau în paralel. Transformatorul de sudură este conectat și deconectat prin intermediul unui contactor cu ignitron montat într-un dulap special în care se află și regulatorul timpilor ciclului de sudat. Dulapul este montat pe un perete sau pe un stîlp lîngă locul de lucru.

Mașinile de sudat cu cleşte mobil sînt în prezent construite în numeroase țări.

Întreprinderea Brown Boveri din Elveția construiește mașini cu clești de sudură cu cursă rotativă sau mașină cu doi clești mobili.

Mașinile tip ARO din Franța (fig. V.60 și V.61) au comanda pneumatică (tip 408) sau electropneumatică (tip 418) cu suspensie giroscopică tip ES 80 și ES 100, echilibrarea făcîndu-se pe o cursă verticală de 1,50 m.

Toate tipurile de mașini au o gamă destul de largă de portelectrozi interșanjabili. Presiunea pe electrozi este obținută printr-un cilindru cu 3 etaje, 8 pistoane montate pe același ax, umplerea cilindrului fiind efectuată printr-un distribuitor cu 4 căi comandate printr-o electrovalvă pilot.

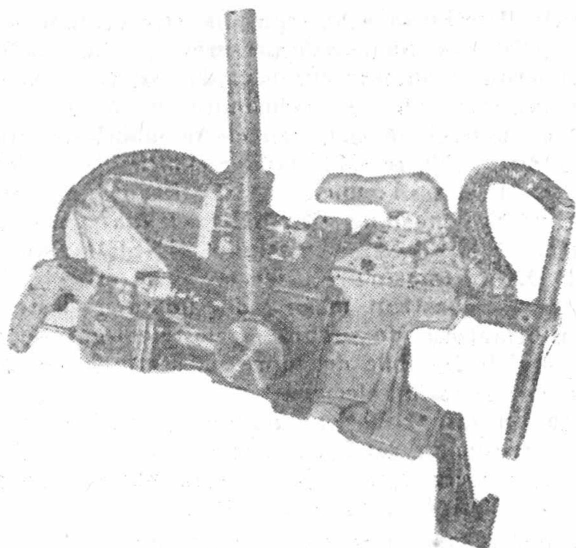


Fig. V.60. Cleşte mobil de sudat tip ARO.

La maşinile tip ARO transformatoarele de sudură sînt încorporate în corpul cleştelui. Răcirea cu apă a transformatorului, a portelectrozilor şi a electrozilor este asigurată de un sistem de răcire corespunzător (v. fig. V.61). Maşinile tip ARO sînt prevăzute cu contactor electromagnetic cu 4 timpi reglabili sau contactori cu ignitroni tip

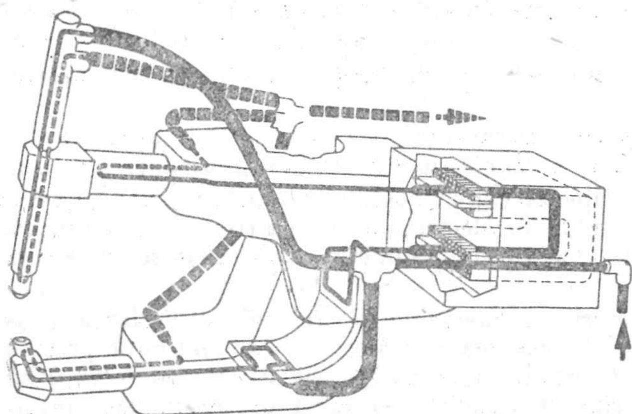


Fig. V.61. Schema de răcire cu apă la cleştele tip ARO

ZE 56. La sudarea dimensiunilor mari se utilizează contactoare care pot asigura și un timp de preîncălzire. Pentru reglarea timpilor de sudură și a intensității curentului la mașinile tip ARO se mai utilizează contactoarele D 2, D 22, E 22, E 52 etc.

Cleștele de sudură tip SCIAKY C 130 (Anglia, S.U.A., Australia etc.) are un dispozitiv de susținere și manevrare manuală care permite sudarea ușoară a pieselor sudate puse în operă în poziție verticală. Dulapul de comandă electric tip D9 A7 permite tratarea termică facultativă a barelor sudate pentru a-și recăpăta caracteristicile înainte de sudare.

3. Dispozitive de reglare. Electrozi

a. **Electrozii mașinilor de sudat prin puncte.** Electrozii mașinilor de sudat prin puncte ale armăturilor au secțiuni circulare, pătrate sau dreptunghiulare. Pentru alimentarea pe o singură parte a curentului la mașinile cu mai mulți electrozi se utilizează electrozi sub formă de plăcuțe articulate care asigură sudarea a două puncte alăturate. Pentru evitarea arderilor sau a pierderilor de curent, diametrul suprafeței de contact a electrozilor trebuie să se ia în funcție de diametrul armăturii care se sudează.

La sudarea barelor din oțel-beton trase la rece diametrul suprafeței de contact a electrozilor nu trebuie să depășească 20 mm. În cazul în care se schimbă des diametrul barelor sudate, diametrul suprafeței de contact a electrozilor se alege după diametrul cel mai mare dintre toate barele care se sudează într-o anumită perioadă.

Electrozii trebuie confecționați din aliaje speciale de cupru (adaosurile nu trebuie să depășească 1–2%, restul de 98–99% fiind cupru pur). Electrozii au prevăzute canale în care circulă apa de răcire.

b. **Dispozitive de reglare a timpilor de sudare.** Pentru reglarea timpului și pentru comanda acțiunii succesive a operațiilor de sudare la mașinile de sudat prin puncte se utilizează regulatoare de timp. Regulatorul de timp asigură obișnuit comanda automată a mașinii pentru următorul ciclu de sudare: *apăsarea electrozilor; pornirea și oprirea curentului de sudură; menținerea pieselor (barelor) la presiune cu și fără curent; ridicarea electrozilor mașinii; pauza între sudări.*

c. **Defecțiuni curente la mașinile de sudat prin puncte și remedierea lor.** Defecțiunile sînt cele de la instalația de apăsare pe electrozi și la instalația de răcire.

1) *Defecțiuni la instalația de apăsare pe electrozi:* pătrunderea prafului și murdăriei la instalație; pierderea de aer prin distribuitor;

dereglarea dispozitivelor de revenire la poziția inițială; pătrunderea umidității la dispozitivele distribuitoare; defectarea dispozitivului de ungere; uzura corpurilor cilindrilor manifestată prin pierderi de aer în camerele acestora; defectarea reductorului de presiune și a manometrului face ca forța de apăsare să nu se mențină constantă; electrozii pot să nu revină în poziția lor inițială datorită ruperii resortului de întoarcere; îmbîcsirea cu murdărie a furtunului de ulei sub presiune poate fi înlăturată prin injectare de ulei sub presiune, folosind instalația pneumatico-hidraulică; la cleștii de sudare, adesea electrozii nu dezvoltă o forță de apăsare suficientă, datorită unei prea mari distanțe între electrozi.

Înainte de a se verifica instalația pneumatică sau pneumatico-hidraulică de acționare a electrozilor, trebuie verificată instalația electrică.

Defectele regulatoarelor timpilor ciclului de sudare pot duce la o funcționare defectuoasă a întregii mașini. Totuși, înainte de a se face verificarea regulatoarelor de timp, trebuie verificată funcționarea tuturor celorlalte elemente ale mașinii.

2) *Defecțiunile instalației de răcire sînt:* scăderea presiunii apei de răcire; blocarea cu murdărie a conductelor de circulație a apei de răcire; blocarea accesului apei de răcire la electrozi; răsucirea furtunurilor flexibile de alimentare cu apă de răcire (a cleștilor de sudură).

Toate aceste cauze duc la încălzirea excesivă a părților răcite (transformator, electrozi, cablul de la cleștii de sudură etc.).

4. Utilaje pentru sudarea cap la cap prin topire intermediară

Mașinile de sudat cap la cap fac parte integrantă din fluxul tehnologic de execuție a armăturilor în atelierele de armături, atît pentru utilizarea deșeurilor ca armături constructive, cît și la realizarea sudurilor prin topire intermediară cu sau fără bulb, în special la oțelurile cu conținut ridicat de carbon PC 90 sau la armături la care nu este posibilă folosirea unui alt procedeu de înnădire.

Cele mai cunoscute tipuri de mașini de sudat cap la cap, folosite și în țara noastră sînt: mașinile de fabricație sovietică, MSR-180; MSR-100; ASP-10-2; mașinile de fabricație cehoslovacă, TP 30, TP 60 și TAI-80; mașinile de fabricație R.D.G., VEB—SWe-03 și VEB—SWe-08 (fig. V.62).

5. Unelte și dispozitive pentru sudarea manuală cu arc electric

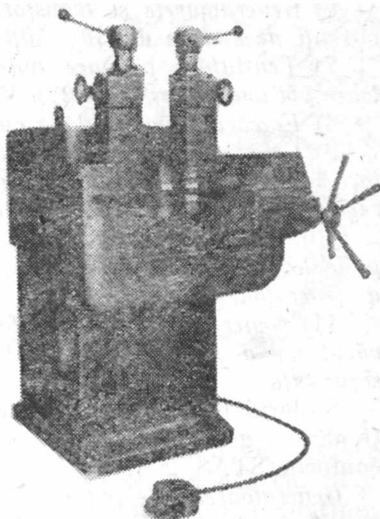


Fig. V.62. Mașina de sudat cap la cap VEB—SWe-08 (R.D.G.).

Pentru sudarea manuală cu arc electric muncitorii din atelierele de armături (fierarii betoniști), trebuie să cunoască uneltele și dispozitivele de sudare și să posede un minimum de cunoștințe despre executarea sudării.

În continuare se arată principalele unelte și dispozitive de sudat.

a. **Utilaje pentru furnizat curentul de sudare.** Pentru furnizarea curentului electric se folosesc *generatoare de curent continuu și transformatoare pentru sudarea cu arc electric.* Pentru sudarea cu arc electric se utilizează curent continuu furnizat de generatoare speciale pentru sudare sau curent alternativ furnizat de transformatoarele de sudare.

Condiții tehnice cerute pentru generatorul de curent continuu și pentru transformatorul de sudare :

1) *Generatorul și transformatorul trebuie să aibă o putere suficientă care să asigure alimentarea arcului de sudare.*

2) *Generatorul și transformatorul trebuie prevăzute cu dispozitive care să asigure o reglare lină a curentului de sudare între limite date. Valoarea minimă a curentului de sudare nu trebuie să aibă valori mai mici de 50 A. Reglarea poate fi continuă, în trepte sau mixtă.*

3) *Generatorul și transformatorul trebuie să fie prevăzute cu un indicator al curentului de sudare.*

4) *Tensiunea de mers în gol trebuie să fie suficientă pentru a permite aprinderea ușoară a arcului. Valoarea tensiunii nu trebuie să depășească anumite limite de siguranță pentru a nu pune în pericol viața sudorului (maximum 75V).*

5) *Arcul electric trebuie să poată fi menținut stabil pentru întregul interval de reglare a curentului de sudare. Căderea de tensiune admisă în circuitul secundar față de tensiunea normală trebuie să fie de maximum 4 V.*

6) *Generatoarele și transformatoarele de sudare vor trebui să livreze curenți de sudare de 50–500 A (maximum 1 000–1 200 A).*

7) *Tensiunile primare normale pentru care se execută transformatoare pot avea valorile de 220 V, 380 V și 500 V.*

8) *Frecvența nominală a curentului este de 50 Hz (herți).*

9) *Generatoarele și transformatoarele trebuie să aibă o bună comportare la scurtcircuitare pentru toate pozițiile dispozitivului de reglare, deoarece regimul lor de funcționare este caracterizat prin numeroase scurtcircuitări.*

10) *Generatoarele și transformatoarele nu trebuie să se încălzească peste limita admisă în STAS 2689-71 și în instrucțiunile de fabricare a generatoarelor de sudare.*

11) *Generatoarele și transformatoarele de sudare trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de protecție care să asigure funcționarea în deplină siguranță.*

Sudorul trebuie să cunoască toate condițiile de verificare și recepționare a generatoarelor de sudare și a transformatoarelor de sudare conform STAS 2689-71.

Generatoarele de curent continuu. Pentru producerea curentului electric este necesar ca în cîmpul magnetic produs de un electromagnet să se miște un conductor care formează un circuit închis. În urma mișcării în acest circuit a cadrului închis apare curentul electric (fig. V.63). Acest fenomen se numește inducție electromagnetică.

Electromagnetul se obține prin înfășurarea pe o bucată de oțel a unui fir de cupru izolat care este alimentat cu curent electric. Într-un astfel de dispozitiv apare o forță electromotoare alternativă, iar în circuit, un curent alternativ care schimbă de sens de două ori în timpul fiecărei rotații a cadrului de suport al conductorului. La alte dispozitive, prin alcătuirea specială a rotorului, fie din segmenți de oțel cir-

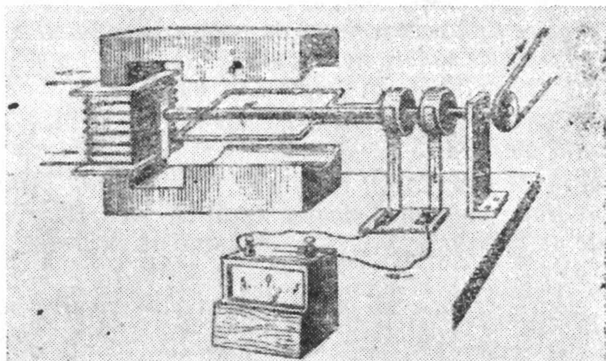
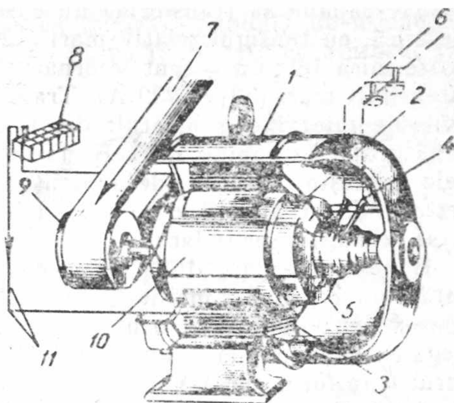


Fig. V.63. Cel mai simplu generator de curent alternativ.

Fig. V.64. Părțile componente ale unui generator de curent alternativ:

1 — stator; 2 — rotor; 3 — electromagnet; 4 — perii; 5 — inele de contact; 6 — spre consumator; 7 — transmisie cu curea; 8 — baterii de acumulatori; 9 — roata de transmisie; 10 — înfășurarea; 11 — curent continuu pentru alimentarea electromagneților.



culari, fie printr-o bobinare specială, se obține ca odată cu mișcarea rotorului să se schimbe și contactul și astfel să se producă curent cu pulsații într-o singură direcție, adică să se producă curent continuu. Schimbarea contactelor se numește *comutație*. Pe acest principiu funcționează generatorul de curent continuu care se mai numește *dinam*, fiind de fapt o mașină care produce curent alrernativ, prevăzută cu un dispozitiv, numit *colector*, care redresează acest curent prin comutație.

Un dinam are trei părți principale specifice oricărui generator de curent (fig. V.64):

1) *O parte fixă numită inductor* alcătuită dintr-o serie de electromagneți fixați într-o carcasă de fontă sau de oțel. Un inductor cu doi electromagneți se numește *inductor bipolar*, cu patru electromagneți, *inductor tetrapolar*, iar cu șase electromagneți *inductor hexapolar*.

2) *O parte fixată pe un ax de oțel care se mișcă în lagăre numită indus.* Între polii electromagneților se introduce un tambur cilindric de fier făcut dintr-o serie de discuri de tablă, de formă circulară care sînt presate. La margine discurile au niște crestături numite ancoșe care alcătuiesc canale de-a lungul tamburului. Prin aceste canale se fixează bobine dispuse simetric, în planuri diferite și legate în serie; această parte a dinamului se numește indus. Indusul este fixat pe un ax de oțel care se mișcă pe lagăre. Prin introducerea indusului în inductor se obține cîmpul de inducție necesar.

3) *Colectorul*, care realizează legătura dintre indus și circuitul exterior. Colectorul este alcătuit din mai multe lamele corespunzătoare numărului de bobine. Pe lamele se sprijină două perii de grafit dispuse diametral.

Transformatoarele de curent pentru sudarea cu arc electric. Prin transformator de curent pentru sudarea cu arc electric se înțelege un dis-

pozitiv capabil să transforme un curent alternativ furnizat de rețeaua electrică, cu tensiuni relativ mari (120, 220, 380 și 500 V) și cu intensitate mică într-un curent alternativ de tensiune mică (5—40 V) și cu intensități mari (50—1 200 A). Transformatorul de sudare este alcătuit dintr-un miez închis alcătuit din tole de fier silicios suprapuse și din două grupe de bobinaje din sîrmă de cupru (fig. V.65). Unul din bobinaje primește tensiunea de alimentare și se numește primarul transformatorului, iar al doilea bobinaj debitează curentul necesar instalației și se numește secundarul.

Bobinajul primar după ce primește curentul electric, de o tensiune dată, induce în bobinajul secundar un curent electric de intensitate mare și tensiune mică. Jocul de tensiuni și intensități este realizat prin alegerea convenabilă a numărului de spire din primarul și din secundarul transformatorului. Pentru a se obține jocul de intensități și tensiuni se modifică numărul de spire din primar prin procedeele de reglaj amintite. Reglarea se poate face în trepte cu ajutorul unui reostat cu ploturi care modifică numărul de spire din circuitul primar sau prin introducerea unei rezistențe variabile care se leagă în serie cu circuitul primar al transformatorului, care poate asigura o reglare continuă. Se mai poate obține o reglare prin modificarea fluxului produs în miezul transformatorului cu ajutorul unui șunt magnetic. Dispozitivele de reglaj pot fi înglobate în transformator sau pot fi plasate separat.

În montajul unui transformator de sudare (fig. V.66) trebuie să intre sistemul de siguranțe, întrerupătoarele și dispozitivul de reglare. De la capetele bobinei secundare a transformatorului se fac legături prin conductori pînă la piesa de sudat și la cleștele cu electrodul de sudare.

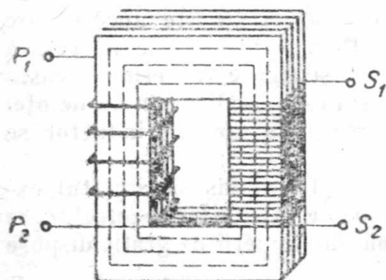


Fig. V.65. Schema de principiu a transformatorului de sudare.

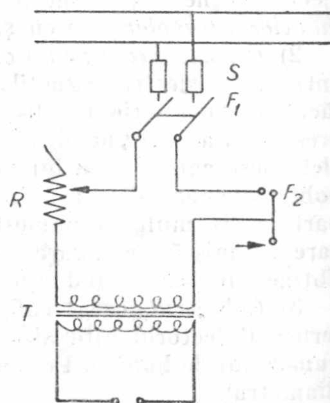


Fig. V.66. Montarea de principiu a unui transformator.

Transformatoarele de sudare pentru şantiere sînt montate pe nişte cărucioare speciale pentru a le putea deplasa manual ; de asemenea, ele sînt prevăzute cu cîrlige pentru a putea fi ridicate cu ajutorul maşinilor de ridicat.

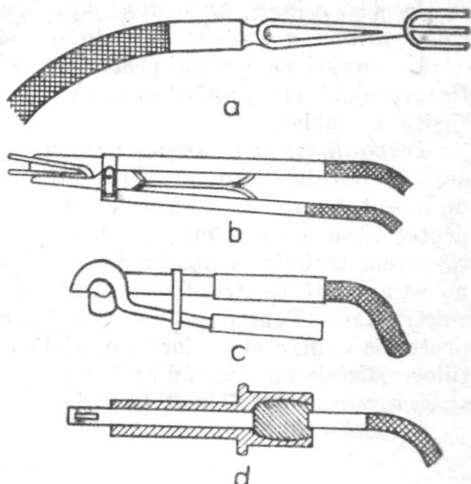


Fig. V.67. Tipuri de cleşti pentru electrozi metalici :
a — cleşte în formă de furcă ; *b* — cleşte cu arc ; *c* — cleşte cu strîngere ; *d* — cleşte cu şurub.

b. Uneltele sudorului pentru sudarea manuală cu arc electric. Pentru sudarea manuală cu arc electric sînt necesare cleştele portelectrod şi dispozitivele de protecţie.

Cleştele portelectrod este principala unealtă (fig. V.67 şi V.68).

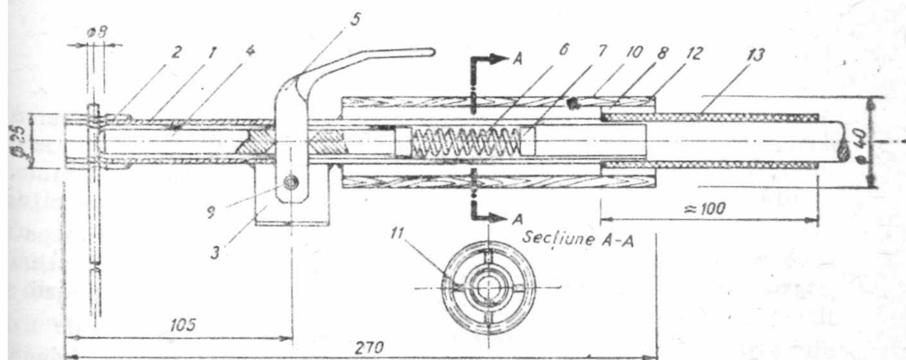


Fig. V.68. Portelectrodul standardizat (STAS 5027-79) :
1, 2, 8 — ţeavă ; 3 — suport pîrghie pentru mişcarea tijei ; 4 — tijă pentru mişcarea electrodului ; 5 — pîrghie pentru mişcarea tijei ; 6 — arcul electrodului ; 7 — pastilă ; 9 — articulaţia pîrghiei ; 10 — manşon ; 11 — distanţiere ; 12 — inel de protecţie ; 13 — manşon.

Un portelectrod bun trebuie să îndeplinească următoarele condiţii: *să fie construit simplu; să fie uşor; să fixeze bine electrozii de diferite diametre; să asigure schimbarea uşoară a electrozilor; să permită întrebuinţarea completă a electrodului; să protejeze mîna sudorului împotriva arsurilor; să asigure un contact sigur cu cablul de alimentare; să fie bine izolat pentru a nu produce electrocutări.*

La sudări cu curent peste 300 A se prevede ca mîna sudorului să fie protejată cu o apărătoare care în mod obişnuit este din tablă căptuşită cu azbest.

Dispozitivele de protecţie, pentru a apăra în timpul sudării faţa şi ochii sudorului împotriva radiaţiilor (razelor ultraviolete), stropilor de metal şi împotriva luminii puternice date de arcul de sudură. Pentru protecţie se folosesc măşti, şorţuri şi apărători de mînă. Măştile şi apărătoarele trebuie realizate din materiale rezistente la căldură care să nu se aprindă la stropii de metal topit şi să nu fie rău conductoare de electricitate. Pentru protecţia ochilor se folosesc sticle duble, una de protecţie contra stropilor şi o sticlă colorată de protecţie contra radiaţiilor. Sticlele contra radiaţiilor pot fi de mai multe tipuri, după intensitatea curentului folosit la sudare.

Capitolul VI

TEHNOLOGII DE PRETENSIONARE A ARMĂTURILOR ŞI DE PRECOMPRIMARE A ELEMENTELOR

În acest capitol se vor trata tehnologiile de pregătire a armăturilor pretensionate, utilajele și dispozitivele pentru pretensionare și tehnologiile de precomprimare cu armătura preîntinsă și postîntinsă.

A. TEHNOLOGII DE PREGĂTIRE A ARMĂTURILOR PENTRU ELEMENTELE PRECOMPRIMATE

1. Generalități

Armarea elementelor precomprimate este funcție de procedeele de precomprimare, de tipul armăturilor, dispozitivelor și utilajelor de precomprimare prevăzute în proiect și care sînt în dotarea unității de execuție.

Deoarece precomprimarea elementelor (v. cap. III) este un procedeu pretențios, aceasta se încredințează unor întreprinderi specializate, care dispun de instalațiile și utilajele necesare și are personal pregătit pentru efectuarea tuturor operațiilor. Fierarii betoniști fac parte din personalul chemat să execute operațiile de pregătire a armăturilor și chiar să participe la operațiile de precomprimare, ei făcînd parte din echipele de lucru școlarizate de către inginerul atestat să îndrume și să execute astfel de lucrări.

Procedeele de precomprimare se prevăd în proiect și se împart în două grupe de procedee : *cu armătură preîntinsă* **și** *cu armătură postîntinsă.*

1) *Procedeele cu armătura preîntinsă* se realizează prin pretensionarea armăturii pe un stand cu culee sau prin pretensionarea armăturii pe tipare metalice rigide și rezistente pentru a putea prelua forțele mari de precomprimare (autoportante) din armătura întinsă cu ajutorul unor utilaje. Armătura este fixată (blocată) apoi în culee sau tipare cu dispozitive speciale numite blocaje. Aceste procedee se aplică de regulă la executarea prefabricatelor în fabrici.

La aceste procedee armătura de pretensionat este întinsă înainte de turnarea betonului, fiind menținută întinsă pînă cînd betonul turnat s-a întărit, apoi armătura este eliberată din blocaje, lent și tăiată la nivelul elementului ; ea avînd tendința de revenire la lungimea inițială, comprimă elementul de beton armat. Operația se numește transfer, deoarece forța este transferată betonului.

În timpul precomprimării elementului, armătura se ancorează, în special spre capete, prin aderență în masa betonului. De aceea, această armătură are de regulă și un profil corespunzător pentru îmbunătățirea ancorării (împletire, întoronare, profil periodic etc.). Zona sau porțiunea dintr-un element din beton precomprimat, pe lungimea căreia efortul de precomprimare se difuzează, pe întreaga secțiune transversală, se numește zonă de transmitere.

2) *Procedeele cu armătura postîntinsă* se realizează prin întinderea armăturii, trecută prin canale practicate în betonul întărit sau plasată exterior elementului. După întindere, armătura se blochează cu ajutorul unor dispozitive speciale numite ancoraje (blocaje).

De regulă, aceste procedee se aplică pe șantier și sînt utilizate pentru precomprimarea elementelor cu dimensiuni mari turnate pe șantier sau pentru asamblare prin precomprimare a unor elemente prefabricate (bolțari, panouri, ferme, tuburi, rezervoare etc.).

La aceste procedee pretensionarea armăturii se face concomitent cu *transferul* (transmiterea forței de precomprimare betonului), iar aderența armăturii postîntinse se realizează prin injectare, betonare sau torcretare, asigurîndu-se totodată și protecția împotriva coroziunii.

Din cele arătate se constată că execuția elementelor precomprimate necesită condiții speciale cu privire la : *tipare, cofraje, susțineri, culee etc. ; pregătirea armăturilor sub formă de fascicule (pentru procedeele prin postîntindere) : dispozitive speciale pentru realizarea canalelor și cele care se folosesc la postîntindere și la poziționarea armăturii în timpul turnării etc. ; folosirea unor ancoraje speciale cu care se transmite forța la armătură și*

se blochează armătura în poziție întinsă (sub efort) ; folosirea unor utilaje speciale pentru realizarea pretensionării ; stabilirea unui program de pretensionare și întocmirea fișei de pretensionare în care se înscriu datele necesare pretensionării și verificării operației de pretensionare ; precizarea condițiilor pentru betonul folosit și a amestecului de injectare pentru protecția și realizarea aderenței armăturilor trecute prin canale, cu întocmirea fișei de injectare (cu precizarea tehnologiei de injectare).

Se mai prevăd condiții speciale de : *protecția armăturilor exterioare ; tehnica securității muncii ; execuția pe timp friguros ; manipularea și depozitarea elementelor de construcții din beton precomprimat, prefabricat etc.*

Datorită particularităților de execuție a fiecărui element, se elaborează de fapt tehnologii, dispozitive și utilaje specifice execuției (de serie mare) unor elemente liniare, de suprafață, tuburi, rezervoare, silozuri, viaducte, poduri, stîlpi etc.

2. Pregătirea armăturilor

Armăturile pretensionate preîntinse sau postîntinse se realizează din oțeluri de înaltă rezistență sub formă de sîrme rotunde, ovale, lițe, toroane, cabluri și bare (v. cap. III).

Înlocuirea oțelului care este prevăzut în proiect nu se poate face decît cu aprobarea proiectantului.

În elementele de beton precomprimat se folosește și armătura nepretensionată folosită și la betonul armat, conform STAS 438/1,2,3-80.

Armătura pentru beton precomprimat avînd diametre mici este mult mai sensibilă la acțiunea agenților corosivi ; de aceea se vor lua măsuri speciale pentru transport și depozitare și se va acorda o atenție sporită la verificarea armăturii înainte de punerea în operă conform prevederilor STAS 1799-81.

Fierarii betoniști trebuie să verifice dacă transportul s-a efectuat în vagoane închise sau în autocamioane prevăzute cu prelate și dacă în mijloacele de transport nu au fost resturi de materiale corosive (sare, sulf, pămînt etc.) ; ambalajele colacilor și tamburilor pentru toroane nu trebuie să fie deteriorate.

Depozitarea armăturilor atît în depozite cît și în ateliere se va face pe loturi și diametre, în spații închise, prevăzute cu pardoseală și ferite de umezeală și agenți agresivi ; dacă acest lucru nu este posibil se vor lua măsuri speciale de protecție. Durata de depozitare variază de la 60 zile pînă la 1 an, funcție de agresivitatea mediului și de mijloacele de protecție folosite (de exemplu : ulei emulsionabil PE-1A, STAS

2598-79) pentru armăturile postîntinse, conform prevederilor Instrucțiunilor C. 170-83 și Normativului C. 140-85.

Debitarea se va face sub formă de fire sau bare drepte, iar la depozitare se vor asigura spații pentru așezarea cît mai drept.

Se vor lua toate măsurile pentru a preveni zgîrierea, lovirea sau îndoirea, iar capetele filetate vor fi protejate în mod special.

Se va evita apropierea armăturilor de sursele termice (aparate de sudură, încălzire și tăiere cu flacără).

a. **Pregătirea armăturilor preîntinse.** În cadrul operațiilor de pregătire se vor lua următoarele măsuri:

1) *Se vor alege pentru pretensionarea elementului armături (sîrme, lițe, bare, toroane) din același lot, care în prealabil au fost verificate de către un laborator de specialitate, pentru a stabili dacă au caracteristici fizico-mecanice omogene (modulul de elasticitate cît mai constant, diagramele rezistență-alungire cît mai uniforme), deoarece armăturile trebuie să se alungească egal în timpul operației de pretensionare pentru a avea eforturi egale.*

2) *Armăturile pentru beton precomprimat, de regulă, nu au nevoie de îndreptări, fiind autoderulante.*

3) *Dacă apare necesar, se vor îndrepta prin mijloace mecanice, la mașini cu role, cap rotitor sau prin întindere.*

Întinderea la un efort superior cu 10% decît cele de pretensionare, fără a depăși 0,8 din rezistența de rupere normală, se numește calibrare.

4) *Suprafețele armăturilor vor fi curățite de impurități și rugină superficială neaderentă, iar capetele se vor degresa pentru a se asigura o bună ancorare în blocaje prin beton.*

5) *Armătura nepretensionată se pregătește în aceleași condiții ca armătura pentru beton armat.*

6) *Se vor utiliza ecrane metalice fixe sau deplasabile de distanțare cu găuri (cu 1—2 mm mai mare ca cel al armăturii) pentru poziționarea armăturii și evitarea contactului armăturii cu porțiunile unse ale pereților tiparelor sau a platformelor de turnare.*

7) *Pretensionarea se face în două etape; în prima etapă nu va depăși 40% din forța de control, pentru a permite montarea și așezarea armăturilor nepretensionate ce se leagă cu sîrmă neagră.*

b. **Pregătirea armăturilor postîntinse.** Această operație se face în condiții similare cu armătura preîntinsă, cu deosebirea că modulul de elasticitate se determină pe fasciculele independente sau pe fasciculele introduse în element pe un traseu rectiliniu de 10 m, cu controlul forței (cu o precizie de 1%) și a alungirii (cu o precizie de ± 1 mm).

Modulul de elasticitate al fasciculelor postîntinse va avea valoarea $E = 1,90 \times 10^5$ N/mm².

Armătura pretensionată, pregătită conform prevederilor anterioare, se taie la lungimea necesară prinderii în culee și tipare, după ce firele cu suduri tehnologice cap la cap au fost eliminate (tăiate în zona sudării deoarece au o rezistență mai redusă în această zonă).

La tăierea armăturii la lungime se vor alege mijloacele și dispozitivele care nu deformează armătura local pentru ca introducerea în blocaje să se facă ușor, iar armătura care se introduce în teci să nu deterioreze sau să agațe tecile.

La anumite tipuri de blocaje capetele trebuie să fie pregătite în mod special, prin polizare, filetare (la barele cu dimensiuni mari), sudări de adaosuri, formare de capete la rece (la sîrme, cu ajutorul mașinilor speciale, iar la bare formarea capului se face la mașini de sudare), fixări de manșoane etc.

Pentru armătura postîntinsă se confecționează fascicule, în ateliere centralizate sau chiar în atelierul de șantier, pentru evitarea transporturilor dificile.

Fasciculele sînt armături postîntinse alcătuite dintr-un grup de armături (sîrme, lițe, toroane) paralele care se preformează, se pretensionează cu același dispozitiv, după ce au fost introduse de regulă în canale, și se blochează cu aceleași ancoraje.

Fasciculele cu alcătuiri diferite se depozitează pe loturi și se marchează corespunzător.

Pentru transport și depozitare, fasciculele pot fi rulate cu dispozitive manuale sau mecanice (∅ 2 100, ∅ 2 300 mm pentru fascicule neintroduse în teci și la diametre mai mari la cele introduse în teci de polietilenă).

Armătura nepretensionată se folosește pentru preluarea unor eforturi transversale (frete, etrieri), ca armătură de montaj, armătură constructivă sau chiar ca armătură de rezistență pe anumite porțiuni ; se montează în carcase și se leagă cu sîrmă neagră moale înainte de pretensionare ; se pot folosi plase și carcase sudate.

3. Confecționarea fasciculelor

Tehnologia recomandabilă pentru confecționarea fasciculelor este cea pe bancul de lucru, folosind fie sîrme tăiate în prealabil la lungimea prevăzută în proiect (cu adaosurile tehnologice necesare), fie folosind

sîrma care se derulează direct din colaci și se taie pe măsură ce se confecționează fasciculele.

Fasciculele pot fi alcătuite din sîrme netede, din toroane, lițe, bare cu profil periodic (oțel tip Sigma).

Fasciculele (grupul de sîrme) sînt în secțiunea lor transversală, de regulă, ordonate, pe un rînd sau pe două rînduri circulare. În anumite tehnologii ordonarea fasciculelor se face după o schemă dreptunghiulară. În cazuri speciale se pot admite fasciculele fără o ordonare uniformă în secțiunea transversală.

a. **Tipuri de fascicule ordonate circular.** Caracteristicile principale sînt date în STAS 10107/1-80, anexa IX (fig. VI.1 și tabelul VI.1).

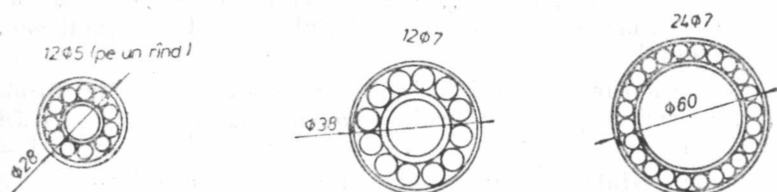


Fig. VI.1. Tipuri de fascicule.

Tabelul VI.1. **Caracteristicile principale ale fasciculelor**

Tipul de fascicul	Numărul de fire pe rîndul interior	Aria cm²	Diametrul exterior net[1] mm	Diametrul dornului[2] mm	Dimensiunile plăcuțelor de repartiție mm	Lungimi minime de prindere în piesă mm — Tragerea se face: La o extremitate	La două extremități
12Ø5	12	2,35	80	40	35×55×12	800 (650)	1 400 (1 200)
12Ø7	12	4,62	110	50	45×65×15	1 150 (800)	2 100 (1 400)
24Ø7	24	9,24	160	70	60×90×15	1 150	2 100
48Ø7	48	18,46	190	100	100×120×25	1 500	2 650

[1] Diametrul ancorajului la ancoraje tip inel, con sau dorn.
[2] Pentru ancoraje fixe cu dorn.

Fasciculele se notează prin numărul firelor și diametrul unui fir; de exemplu, 12 ∅ 7 înseamnă fascicul din 12 fire de ∅ 7 mm.

Poziția relativă a sîrmelor și distanța lor față de axa centrală a fasciculului (fig. VI.2) se păstrează prin următoarele sisteme: spirale din sîrmă, rozete ștanțate din tablă și legături exterioare cu sîrmă neagră (fig. VI.3).

Spiralele sînt elemente de distanțare. Caracteristicile geometrice și de elasticitate ale spiralelor sînt specifice tipului de fascicul. Spirala centrală, care servește ca inimă fasciculelor, se confecționează din sîrmă STAS 889-80 cu spire joantive tip fretă, care se pot executa la mașini de format spire. Desfacerea spiralei pentru obținerea unui pas uniform de circa 20 mm se obține prin tragere sau prin calibrarea spiralei într-un dispozitiv special. Diametrele spiralelor se pot stabili din diametrele fasiculelor arătate în figura VI.1 și tabelul VI.1.

Diametrul exterior al spiralei D_s se deduce din diametrul exterior net D_n al fasciculului din care se scade grosimea a două diametre de fire:

$$D_s = D_n - 2\ \varnothing.$$

De exemplu, pentru fasciculul 12 ∅ 5 care are diametrul exterior net de 25 mm, diametrul exterior al spiralei va fi $D_s = 25 - 2 \times 5 = 15$ mm. Diametrul sîrmei variază de la 1,5 la 2,5 mm, după diametrul exterior al resortului (v. fig. VI.3).

Rozetele (plăcuțe ștanțate) circulare sau dreptunghiulare sînt folosite ca elemente de distanțare în special pentru fasiculele cu două rînduri; pe rîndul întîi sîrmele sînt introduse prin găuri, iar cele de pe rîndul al doilea în crestături (v. fig. VI.3). Pentru toroane se prevăd rozete numai cu crestături, grosimea rozetei fiind de 1,5—2 mm.

Legarea sîrmelor pe spirale se face cu sîrmă moale cu diametrul de 1,5 mm. Legăturile se vor plasa la distanțe de 70—100 cm la capetele fasciculului, la 5, respectiv 15 cm de capăt. Sîrmele legăturii (noduri) se vor îndoi spre interiorul fasciculului.

De regulă, spiralele se execută, continuu, cu lungimea egală cu cea a fasciculului, dar la 1,20 m de capătul fasciculului spiralele se secționează. Porțiunile de capăt secționate se îndepărtează numai înainte de pretensionare, pentru a se permite tensionarea și blocarea fasciculului.

La unele tipuri de fascicule, realizate pe două rînduri, poate să lipsească spirala a doua dacă se leagă separat fiecare rînd de sîrme.

Fasciculele care nu au spirale sau rozete de ordonare pe toată lungimea fasciculului, la o lungime de circa 100 cm de capăt vor avea totuși elemente de ordonare, rozete sau porțiuni de spirale.

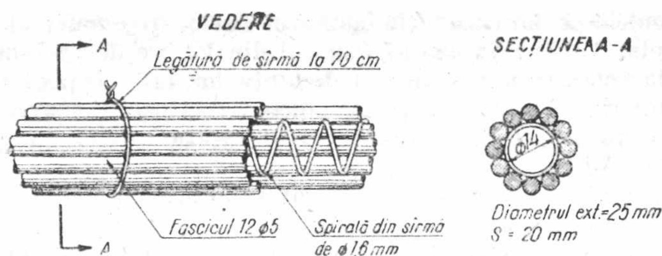
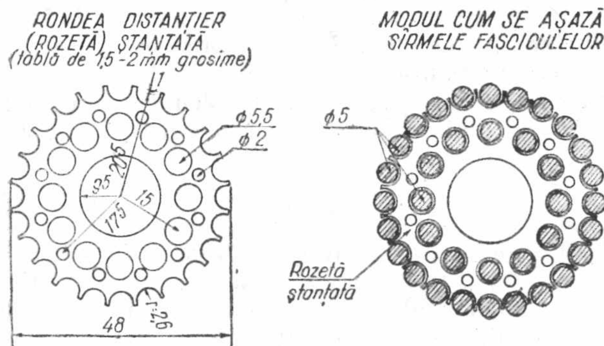


Fig. VI.2. Fascicule cu spirală centrală din sîrmă.



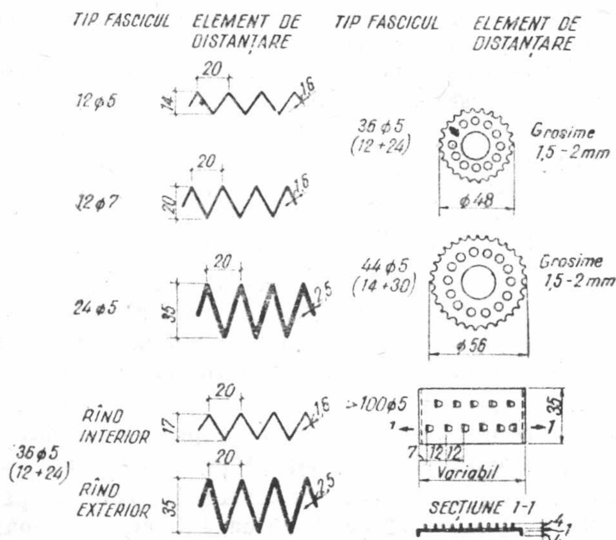


Fig. VI.3. Elementele de distanțare ale sîrmelor în fascicule pentru executarea betoanelor precomprimate prin postîntindere.

b. **Lungimea totală de tăiere a unui fascicul.** Lungimea totală de tăiere L_t se stabileşte astfel:

1) *Lungimea fasciculelor cu ancoraje la ambele capete* (de regulă inel-con) este egală cu lungimea măsurată între suprafeţele de rezemare l_0, care de fapt este lungimea elementului, la care se adaugă lungimea necesară prinderii în piese l_p (v. tabelul VI.1):

$L_t = l_0 + l_p$ — pentru tragere de la o extremitate;

$L_t = l_0 + 2l_p$ — pentru tragere de la ambele extremităţi.

2) *Pentru fascicule întinse dintr-o singură parte prevăzute cu ancoraj fix cu dorn* (fasciculul depăşeşte cu circa 10 cm ancorajul fix), lungimea necesară fasonării (de tăiere) l_t va fi dublul lungimii traseului ($2l_0$) plus lungimea fasonării buclei pe dorn l_d la care se adaugă dublul lungimii de prindere în piese $2l_p$ (v. tabelul VI.1) şi dublul grosimii plăcuţei de rezemare δ:

$$l_t = 2l_0 + 2l_p + 2\delta + l_d.$$

Exemplul 5. *Fasciculul 28 ⌀5 ancorat la ambele capete cu ancoraj inel-con şi la care tragerea se face dintr-o singură parte; lungimea măsurată pe suprafeţele de separaţie este de 10 m (10 000 mm).*

Lungimea de tăiere (l_t) va fi dată de $l_0 = 10\,000$ mm şi de lungimea de prindere în prese $l_p = 1\,150$ mm (v. tabelul VI.1):

$$l_t = l_0 + l_p = 10\,000 + 1\,150 = 11\,150 \text{ mm } (\approx 11\,200 \text{ mm}).$$

Exemplul 6. *Fasciculul 28 ⌀5 ancorat într-o parte cu dorn şi într-un capăt cu inel-con.* Lungimea de tăiere va fi:

$$l_t = 2l_0 + 2l_p + 2\delta + l_d;\ \delta = 15 \text{ mm};$$

$$l_d = 3{,}14(60 + 51) = 348 \text{ mm } (\approx 350 \text{ mm});$$

$$l_t = 2 \times 10\,000 + 2 \times 1\,150 + 2 \times 15 + 350 = 22\,680\ (\approx 22\,700 \text{ mm}).$$

c. **Confecţionarea fasciculelor.** Tehnologia de confecţionare a fasciculelor este strîns legată de tipurile de ancoraje folosite, de sistemele de păstrare a distanţelor de de tehnologia aplicată la pretensionare.

În ţara noastră se aplică sistemele de ancorare *tip inel-con* şi sistemul de *ancoraj fix cu dorn* sau *ancorare cu bucşe şi filet* pentru bare.

Se pot folosi fascicule avînd la ambele capete ancoraje tip inel-con, cu tragere din ambele părţi (extremităţi) sau cu tragere dintr-o singură extremitate.

Fasciculele care au la un capăt ancoraj fix cu dorn au la celălalt capăt ancoraje tip inel-con şi sînt întinse numai din extremitatea în care există ancoraj tip inel-con.

Piesele de distanţare, folosite pentru păstrarea poziţiei fasciculelor pot fi spirale sau plăcuţe ştanţate.

Spiralele se pot face direct în atelier, fie la o mașină specială de fasonat spire, fie cu dispozitive improvizate pe șantier (ax rotitor pe care se înfășoară sîrma, prinsă în două lagăre, axul fiind răsucit de un motor cu reductor). Fasciculele din maximum 24 fire pot fi folosite fără elemente de distanțare. Pentru ordonare firele se leagă cu sîrmă neagră după ce în prealabil au fost întinse paralel pe platformă, realizîndu-se un pieptene din sîrme încrucișate care apoi se curbează circular pentru a fi introdus în teacă sau canal.

Legarea se face la capete, cu o distanță între fire de 15–20 mm ; după legare firele se notează la ambele capete pentru a nu se încurca ordinea firelor, prinderea lor și poziția rectilinie în ancoraje.

Dacă fasciculele au mai mult de 24 fire trebuie folosite plăcuțe ștanțate, cu găuri interioare și crestături. La ordonare se are grijă ca la un fir introdus pe gaură să corespundă două fire pe crestături, întrucît cele trei fire vor fi prinse în ancoraj împreună (la unele tipuri de ancoraje).

Distanțele dintre plăcuțe sînt de regulă de 100 cm ; se pot îndesi în zonele de curbare a fasciculului. La unitățile unde există experiență suficientă de pretensionare numărul de plăcuțe poate fi redus.

Ordinea de confecționare este : *stabilirea lungimii firului ; descolăcirea și îndreptarea (dacă este cazul) ; tăierea la lungime înainte sau după formarea fasciculului ; ordonarea pe platformă cu ajutorul unui pieptene ; trecerea prin filiera de formare* (fig. VI.4) ; *introducerea în teacă* etc.

În figura VI.5 se vede o schemă în flux continuu folosită în unele întreprinderi ; schema este utilă pentru înțelegerea ordinei în care se fac operațiile de formare a fasciculului. Astfel, capetele sîrmelor sînt prinse într-un sistem de fixare cu pene tronconice care permit tragerea sîrmelor fasciculului ce trec prin teacă, dacă tehnologia de turnare permite ca teaca să fie montată odată cu fasciculul (la elemente de

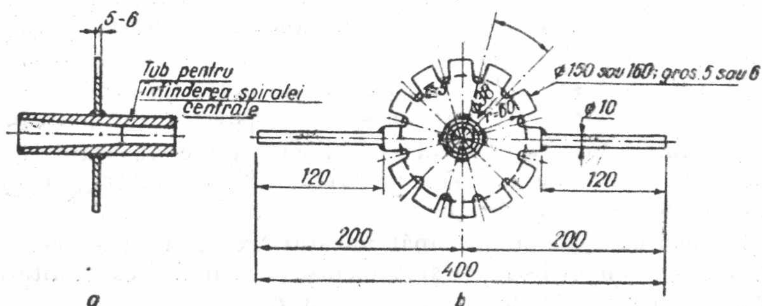


Fig. VI.4. Filieră de formare :
a — secțiune prin axa tubului ; *b* — vedere din față.

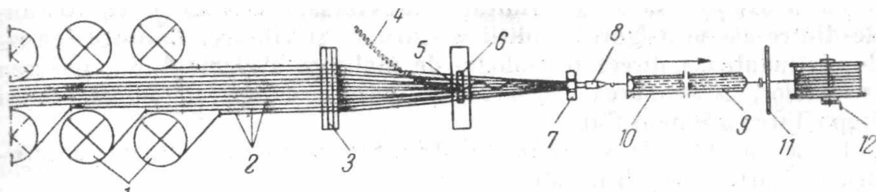


Fig. VI.5. Schema confecţionării fasciculelor de armături, la banc : 1 — colaci de sîrmă ; 2 — sîrme ; 3 — dispozitiv pieptene ; 4 — spirală centrală ; 5 — tub de lărgire a spirelor la spirala centrală ; 6 — filieră ; 7 — tub de formare ; 8 — dispozitiv de tragere ; 9 — jgheab ; 10 — teacă ; 11 — panou de protecţie ; 12 — troliu.

lungime moderată sau la elemente cu teacă înglobată). Schema permite să se facă toate operaţiile (introducerea spiralei centrale, legarea fasciculului etc.).

La tehnologia la care elementele de distanţare folosite sînt rozete, sîrmele pot fi tăiate în prealabil înainte de ordonare şi puse într-un jgheab.

În ateliere se pot imagina diferite soluţii de execuţie a operaţiilor, în funcţie de posibilităţile locale şi tipul fasciculului care urmează a fi făcut (de exemplu ordonarea prin legare cu sîrme încrucişate, fig. VI.5).

La sîrmele la care fasciculul se pune în cofraj odată cu teaca, ansamblul teacă-fascicul se depozitează şi se manipulează cu grijă pentru a nu se murdări de pămînt, materii grase etc. ; de asemenea nu se admit deteriorări (străpungeri, crăpături, deşirări etc.).

Tecile metalice vor fi curăţite de unsoare. Fasciculele se depozitează pe loturi.

4. Canale pentru trecerea armăturii postîntinse

La procedeul cu armături postîntinse este necesar ca betonul să aibă prevăzute canale în care se introduc fasciculele.

Se pot realiza canale cu ajutorul unor teci flexibile care se extrag înainte de întărirea betonului sau cu teci flexibile care rămîn înglobate în beton.

Forma secţiunii transversale a canalelor trebuie să fie uniformă, continuă şi etanşă. Această formă, precum şi poziţionarea canalelor în secţiunea elementului condiţionează realizarea armării cu armătură postîntinsă.

Tecile trebuie să aibă rigiditate transversală suficientă, iar distanțele dintre ele să asigure condiții de turnare și vibrare. Calitatea canalelor influențează direct tehnologia de realizare a elementului, pozarea fasciculelor, tensionarea, frecarea de pereții canalului, injectarea și compactarea elementului.

Tecile nu trebuie să prezinte strangulări, curbări bruște, intrînduri, crăpături, știrbituri etc.

Canalele sînt de regulă cu secțiune circulară ; face excepție zona de ancorare cu ancoraje fixe cu dorn care necesită la extremități o secțiune dreptunghiulară, ce se racordează apoi la secțiunea curentă circulară pe o lungime de minimum 150 mm.

Diametrul interior al canalelor pe traseu este cu minimum 5 mm mai mare decît diametrul exterior al fasciculului, inclusiv sîrma de legătură, pentru a asigura introducerea ușoară a fasciculelor.

Pentru canalele dreptunghiulare de regulă se dau detalii de execuție în proiect.

Tecile pot fi metalice sau din PVC.

Nu se recomandă a se executa canale prin extragerea țevilor pe trasee la care deviația unghiului depășește 20°.

Tecile din PVC înglobate se pot utiliza la anumite elemente întinse (tiranți, silozuri, rezervoare) cu excentricitate mică unde elementele sînt supuse numai eforturilor statice de întindere (nu sînt supuse fenomenului de oboseală). La aceste elemente nefiind hotărîtoare aderența dintre armătură și beton, se pot utiliza teci din PVC care întrerup aderența dintre armătură și beton.

a. **Teci înglobate în beton.** Dintre tehnologiile folosite în prezent, în țara noastră s-au adoptat pentru executarea canalelor cu teci înglobate următoarele : 1) *teci metalice din bandă de oțel înfășurată în spirală fără falț ;* 2) *teci metalice din bandă de oțel înfășurate în spirale cu falț elicoidal ;* 3) *teci formate din țevi PVC tip 4* (STAS 6675/2-80) sau din *țevi din polietilenă tip 4* (STAS 10617/2-76) ale căror dimensiuni sînt arătate în tabelul VI.2 (unele dimensiuni sînt în curs de definitivare).

Tecile metalice se execută la mașini speciale de formare prin spiralarea unei benzi cu lățime de 35 mm, din oțel foarte moale, cu marginile tăiate. Banda este din oțel, laminată la rece, calitatea albă, conform STAS 1945-80.

Îmbinarea tecilor circulare se face cu manșoane exterioare livrate odată cu tecile sau prin introducerea tecilor una într-alta, prin petrecere de circa 10 cm. Îmbinarea se va etanșa cu bandă izolatoare, cu grijă.

Tecile din PVC se înnădesc cu manșoane PVC, conform STAS 7476-77, care se lipesc cu adeziv tip PCD-13.

Tabelul VI.2. **Caracteristicile geometrice ale tecilor înglobate**

Tipul tecii	Tipul fasciculului			
	12 ⌀ 5	12 ⌀ 7	24 ⌀ 7	48 ⌀ 7
Teacă din bandă de oțel înfășurată elicoidal fără falț:				
— diametrul interior al tecii, mm	35/40	45/50	67/72	80/85
— masa, kg/m	0,52	0,66	1,00	1,18
Teacă din bandă de oțel înfășurată elicoidal cu falț:				
— diametrul interior al tecii, mm			80/85	102/107
— masa, kg/m			1,62	2,07
Teacă din țeavă de PVC (STAS 6675/2-80):				
— diametrul interior al tecii, mm	34/40	43/50	68/75	
— masa, kg/m	0,525	0,805	1,210	
Teacă metalică cu pereți subțiri:				
— diametrul interior al tecii, mm	35,4/40	44,2/50	66,4/75	
— masa, kg/m	0,284	0,688	0,976	

[1] Grosimea benzilor de oțel de regulă este de 0,3—0,6 mm (STAS 1945-80, STAS 9485-80 și STAS 9150-80). Tecile se pot confecționa și din tablă de oțel prin îndoire și lipre.

b. **Teci care se extrag înainte de întărirea betonului.** Acestea se folosesc de regulă la elementele prefabricate și nu se recomandă aplicarea acestui procedeu în cazul construcțiilor monolite.

Tecile care se extrag se realizează din țevi metalice de 6 m și țevi din PVC tip 4 (STAS 6675/2-80) sau din polietilenă tip 4 (STAS 10617/2-76) de 7 sau 9 m.

În normativul C. 21-85 se dau date privind tehnologia de pozare și de extragere a tecilor.

Lungimea maximă a tecilor folosite este:

1) *Pentru trasee rectilinii sau cu deviația unghiulară de maximum* 5°: 6 m la tecile metalice și 9 m la tecile din PVC.

2) *Pentru trasee cu curbe și unghiuri de deviație de 5—20°*: 9 m la tecile din PVC.

Pentru lungimi mai mari, tecile se pot extrage din ambele capete, avînd însă piese de înnădire nerecuperabile.

Tecile din PVC se pot reutiliza de circa 30 ori fiind folosite la temperaturi care nu coboară sub +5°C (deoarece pot deveni casante).

Poziționarea traseului tecilor se face cu sisteme de blocare, formate de regulă din brățări sudate de carcasă de armătura nepretensionată, prevăzute în proiect, pentru a fixa tecile în timpul turnării sau vibrării betonului. Distanțele la care se fixează grătarele sînt de regulă de cel mult 1,50 m unul de altul.

Tecile vor depăşi capătul cofrajului cu maximum 30 cm în cazul traseelor rectilinii şi minimum 80 cm la trasee cu unghiul de derivaţie mai mare de 5°.

Pentru realizarea lungimii din proiect, la tecile din PVC apare adesea necesar să se înnădească conform detaliilor din figura VI.6. Înnădirea este bine să fie poziţionată cît mai apropiat de capătul opus celui de tragere.

Extragerea tecilor din PVC se face după turnare şi înainte de întărirea betonului. Pentru a putea fi extrase, tecile din PVC sînt prevăvăzute cu un cap de extragere special confecţionat (fig. VI.7).

Pentru fixarea tecii în porţiunea tronconică a capului de extragere, ţeava întîi se încălzeşte, fie în apă fiartă, fie cu alte mijloace la o temperatură sub 150°C şi apoi se presează în capul de extragere (porţiunea tronconică).

Extragerea se face cu mijloace manuale (troliu de cablu prins de capul de extragere).

Forţa care se dezvoltă în cablu nu trebuie să depăşească rezistenţa de rupere a tecilor (maximum 16 N/mm²).

La tecile cu trasee curbe (unghi mai mare decît ±10°), teaca se ghidează pe role montate pe o capră plasată la 80 cm de capătul elementului (cofrajului).

La elementele lungi, extragerea se poate face în ritmul turnării, trăgîndu-se porţiuni de 6 m, cu respectarea timpului la care trebuie făcută extragerea.

La tecile metalice, capul de extragere poate fi înlocuit cu o piesă simplă sudată de teacă.

Timpul la care se face extragerea este de circa 1 3/4—2 1/4 h de la terminarea turnării.

Precizarea timpului la care se face extagerea se determină de regulă prin încercări (la primul element), el depinzînd de o serie de factori : *calitatea cimentului ; raportul A/C ; temperatura exterioară ; lungimea elementului etc.*

Pentru a se preveni blocarea tecii în beton, după turnarea betonului, teaca va fi din timp în timp deplasată prin bătăi scurte sau rotiri.

Dacă nu se respectă timpul la care se face extragerea se pot întîmpla următoarele inconveniente : *se pot produce deformări ale canalului dacă extragerea se face înainte de timpul optim sau ţevile nu se mai pot extrage şi se rup dacă a fost depăşit timpul optim.*

După extragere, tecile din PVC vor fi curăţite şi păstrate conform prevederilor STAS 6675/2-80.

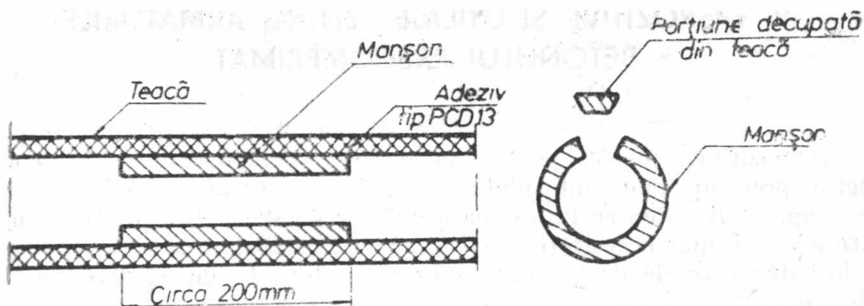
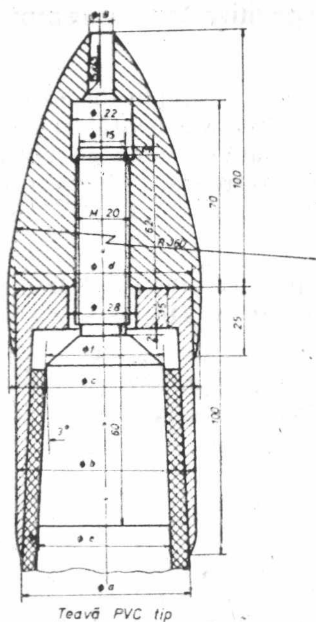


Fig. VI.6. Detalii de înnădire pentru teacă din PVC.



φ	φ a	φ b	φ c	φ d	φ e	φ f
φ 40	40	44	48	44,5	33	26,7
φ 50	50	54	58	54,5	41	34,7
φ 63	63	67	71	67,5	52	45,7

Fig. VI.7. Cap de extragere.

B. DISPOZITIVE ȘI UTILAJE PENTRU ARMĂTURILE BETONULUI PRECOMPRIMAT

Dispozitivele folosite pentru îndreptarea și tăierea oțelurilor pentru beton precomprimat sînt similare cu cele folosite pentru beton armat, (v. cap. V, B). Pentru fasonarea oțelurilor pentru beton precomprimat atunci cînd apar necesități de efectuare a unor îndoiri și ciocuri, se pot folosi dispozitivele de fasonare obișnuite folosind role cu diametrul D mai mare.

Pentru ancorajele cu dorn fix rola de îndoire va avea diametrul egal cu diametrul dornului: $D = 40...65$ mm.

1. Dispozitive de îndreptat și tăiat

Pentru îndreptare cel mai simplu dispozitiv este cel alcătuit dintr-o țeavă cu diametrul mic sau prevăzută cu orificii de trecere, fasonată la cald cu o buclă, rezemată în două puncte prin bucșe sau rulmenți. Un motor cu reductor antrenează țeava prin intermediul unei roți dințate solidară cu țeava buclată (fig. VI.8) sau printr-o transmisie simplă pe curea.

Aceste dispozitive pot fi cuplate cu perii pentru curățirea sîrmei de eventuale urme de rugină. Dispozitivele sînt montate pe o masă și acoperite cu carcasă de protecție.

Pentru îndreptare se pot improviza dispozitive cu role reglabile dispuse într-un plan sau în două planuri, sîrma fiind antrenată de

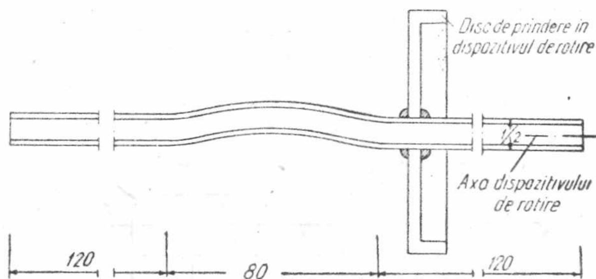


Fig. VI.8. Țeavă buclată pentru îndreptat.

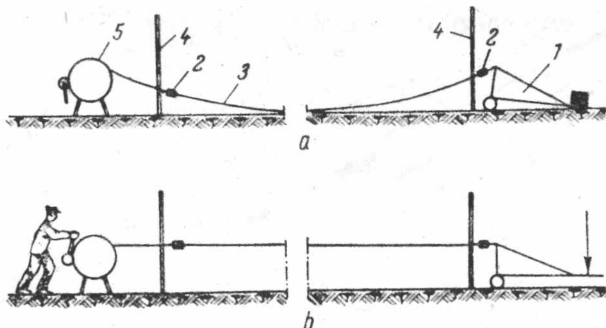


Fig. VI.9. Dispozitiv pentru calibrarea sîrmelor :

a — în stare de relaxare a sîrmelor ; *b* — în stare de întindere a sîrmelor ; *1* — ansamblu de întindere cu contragreutate ; *2* — dispozitiv de prindere a sîrmei ; *3* — sîrmă ; *4* — panouri de protecție din lemn ; *5* — troliu.

două role active puse în mișcare de un motor cu reductor și transmisii simple prin curele.

Dispozitivele pot fi cuplate cu vîrtelnițe de pe care se descolăcesc colacii.

În cazul în care tehnologia de pretensionare prevede calibrarea sîrmelor la o forță cu 10% mai mare decît forța de pretensionare, se pot improviza dispozitive de calibrare (fig. VI.9).

Timpul maxim de ținere sub tensiune este 5—10 min.

Dacă sîrma este ținută mai mult timp sub tensiune, sîrma își consumă o parte din deformațiile care în timp o relaxează. Consumarea relaxării în timpul calibrării sau în timpul pretensionării (înainte de transfer) este avantajoasă pentru comportarea în timp a elementelor.

Pentru prindere și fixare se pot folosi dispozitive individuale prin împănare, folosind pene metalice tronconice cu șanț sau prin bacuri tronconice cu dantură (fig. VI.10 și VI.11). Se pot folosi de asemenea ocheți cu manșoane sau dispozitive cu filet pentru bare.

Pentru tragerea în grup există dispozitive mai complexe cu compensatori tip ÎNCERC pentru egalizarea tensiunilor, adică sîrmele se pot deforma (alungi) diferit, în anumite limite, avînd același efort în fiecare sîrmă (împletitură sau toron) sau se pot folosi prese policilindrice.

Tăierea țevilor din PVC se poate face cu un ferăstrău, unealtă simplă de tăiat, sau cu dispozitive cu disc, cu viteza de rotație reglată după flexibilitatea și grosimea tecii (fig. VI.12).

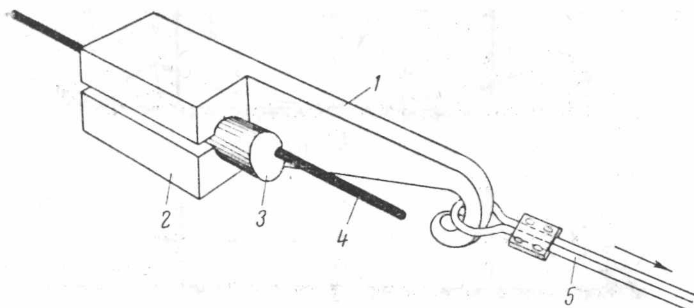


Fig. VI.10. Dispozitiv de prindere a sîrmelor cu pene :
1 — corpul prevăzut cu cîrlig pentru agățare ; 2 — fălci de blocare ; 3 — pană metalică tronconică cu șanț pentru sîrmă ; 4 — sîrmă ; 5 — cablu de tragere.

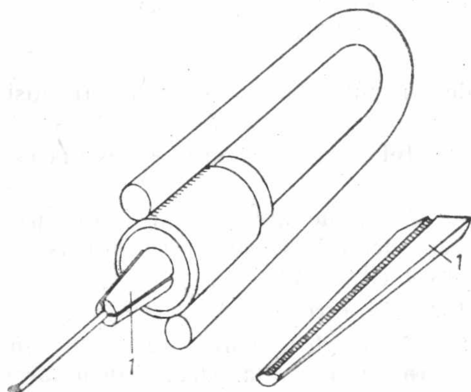


Fig. VI.11. Dispozitiv de prindere a sîrmei cu bacuri *(1)*.

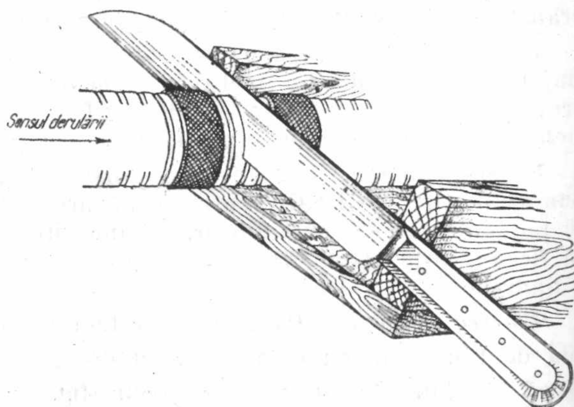


Fig. VI.12. Tăierea tecilor flexibile.

2. Dispozitive de blocare şi ancorare

Pentru ancorare şi blocare se folosesc în ţara noastră *ancoraje metalice tip inel-con* şi *ancoraje cu dorn.*

a. **Ancoraje tip inel-con pentru armături postîntinse.** Ancorajele cu inel şi con pot bloca sîrmele sau toroanele fasciculului cînd acestea sînt ordonate fie pe un singur contur circular, fie pe două contururi circulare concentrice.

Inelul are un gol tronconic, în care se introduce conul tronconic, cu suprafaţa interioară danturată (cercuri paralele echidistante cu pas de 2 sau 2,25 mm).

Conul blochează sîrmele prin presare.

Întrucît sîrmele sau produsele din sîrme sînt executate cu mare precizie dimensională, fiind din oţeluri dure cu caracteristici mecanice înalte, prinderea lor în piesele de blocare (inel-con) prin fenomene de contact necesită ca şi acestea să fie executate din oţeluri cu caracteristici înalte, cu o mare precizie de prelucrare şi o duritate ridicată a suprafeţei, obţinută prin tratamente termice.

Se folosesc următoarele tipuri de ancoraje:

1) Ancorajele de tip inel cu un singur con pentru fascicule obişnuite 12 ∅ 5, 12 ∅ 7, 24 ∅ 7 şi 48 ∅ 7, ordonate pe un singur contur circular (fig. VI.13). S-a renunţat la folosirea ancorajelor cu conuri duble.

2) Pentru fascicule din toroane se folosesc ancorajele inel şi con cu canale echidistante cu dantura pe fundul canalului. În figura VI.14 se arată ancorajele pentru fasciculul 16 TBP 7 ∅4.

Ancorajele sînt executate de unităţi specializate care au un proces tehnologic pus la punct şi omologat, care satisface condiţiile tehnice prevăzute în instrucţiunile întocmite pentru execuţie.

Piesele ancorate vor fi marcate cu poanson.

Execuţia ancorajelor se face prin strunjiri la strunguri automate, iar dantura se execută cu tarozi, operaţii care se fac chiar în atelierele fabricilor de prefabricate.

Obţinerea durităţii necesare prin tratamente termice este operaţia cea mai importantă şi trebuie încredinţată unităţilor cu experienţă îndelungată în executarea tratamentelor termice.

Recepţia lor se face pe baza unor reguli care precizează natura şi proporţia verificărilor şi numărul defectelor admise.

Se admite folosirea unor ancoraje din import de calitate corespunzătoare.

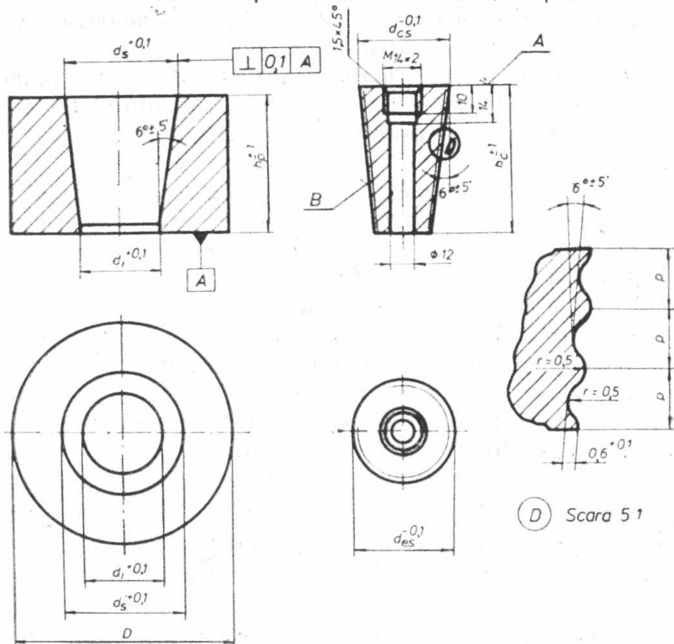
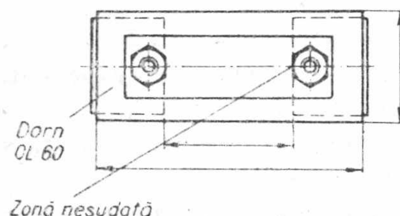


Fig. VI.13. Ancoraje inel-con pentru fascicule 12 ∅ 5, 12 ∅ 7, 24 ∅ 7, 48 ∅ 7. (Pentru precizarea cotelor se va consulta tabelul VI.3 și normativul C. 21-85).



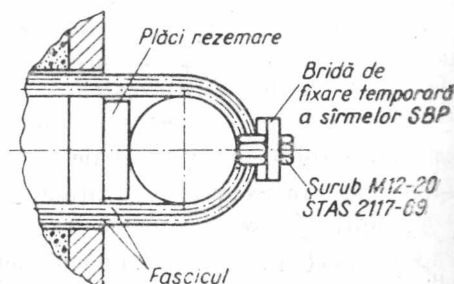


Fig. VI.14. Ancoraj dorn.

Dimensiunile de bază pentru execuţia şi verificarea ancorajelor tip inel-con sînt arătate în tabelul VI.3.

Tabelul VI.3. **Dimensiunile ancorajelor tip inel-con**

Tipul de fascicul	Caracteristicile inelului, mm				Caracteristicile conului, mm	
	D	d_s	d_i	h_p	d_{cs}	h_c
12∅5	80	44	32,4	55	37	65
12∅7	110	55	40,3	70	43	70
24∅7	160	80	64,5	75	67	75
48∅7	190	123	96,88	140		

Pentru execuţia ancorajelor se cere respectarea unor toleranţe stricte :

1) *Abaterea de la generatoarea rectilinie în fundul şi vîrful filetului maximum 0,05 mm.*

2) *Abaterile la diametrul fundului şanţurilor maximum 0,1 mm (pentru 16 TBP 7 ∅ 4).*

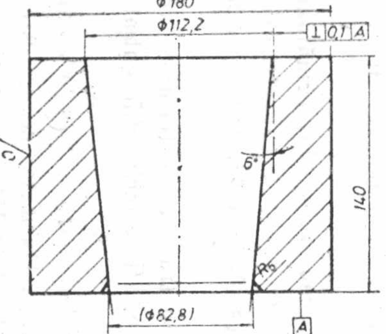
3) *Ovalizarea admisă pentru inel şi con maximum 0,1 mm, după tratamentul termic.*

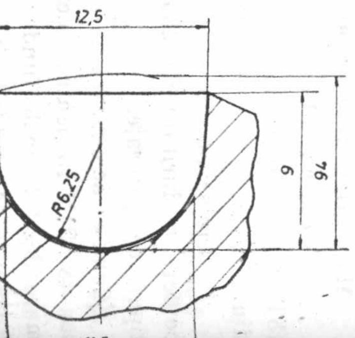
Materialele folosite pentru execuţia ancorajelor sînt următoarele :

Inelele se execută din oţeluri superioare de regulă de calitatea OLC 45 (STAS 880-80) şi oţel aliat 48 MC Ni 15 (STAS 791-80) pentru fascicule din toroane.

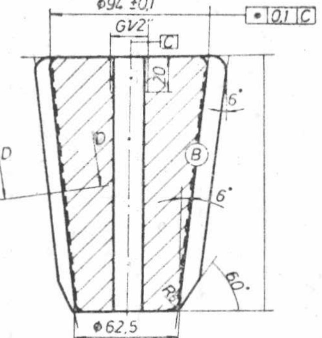
Piesele se îmbunătăţesc de regulă prin tratamente termice care le conferă o duritate de 235—300 HB (unităţi Brinell) diferenţiate pe tipuri de ancoraje.

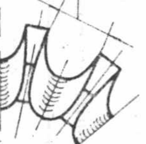
Conurile se execută de asemenea din oţelurile OLC 60 (STAS 880-80) sau 48 MCN 13 pentru fascicule din toroane. Duritatea cerută este mai mare decît la inele fiind cuprinsă între 57 şi 64 HRC (unităţi speciale Rockwell). Această duritate se obţine de regulă prin tratamentul de călire şi revenire, prin cementare sau prin cianurare.

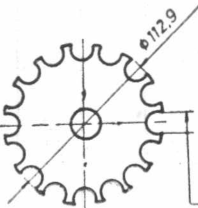


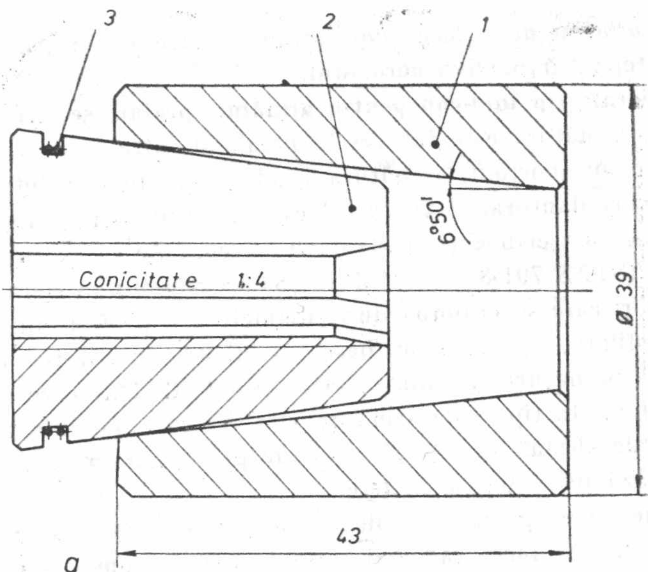


0,8
2,5
0,5
B Scara 10:1









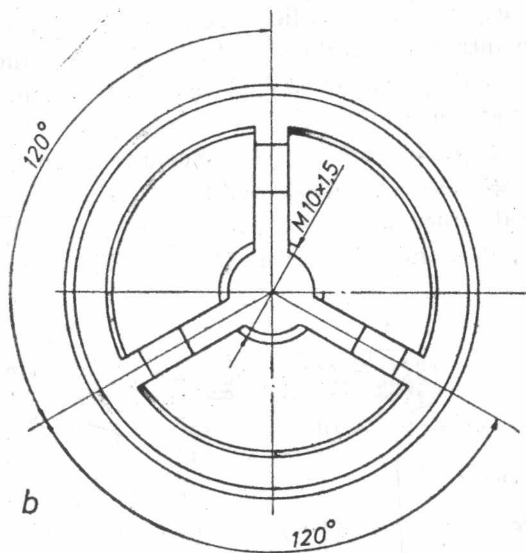


Fig. VI.16. Ancoraje pentru sîrme, toroane sau împletituri Ø 5 . . . 7,5 mm :

a — secțiune lnogiaudinală ; **b** — secțiune transversală ; **1** — manșon ; **2** — set bacuri Ø 5—7,5 mm ; **3** — inel de sîrmă tare RM 08 (STAS 893-80).

Transportul și depozitarea ancorajelor se face pe loturi, în lăzi de lemn, protejate împotriva coroziunii.

b. **Ancoraje tip inel-con pentru armături preîntinse.** La elementele preîntinse, armătura este întinsă în prealabil între culei sau pe tiparul metalic autoportant, armătura fiind prinsă fiecare într-un ancoraj cu bacuri danturate. Ancorajul este alcătuit similar figurii VI.15 dintr-un inel și trei bacuri cu dantură. Ancorajele se execută din oțel 18 MC 10 (STAS 791-80) și OLC 45 (STAS 889-80). Ancorajele au de regulă bacuri care se schimbă după diametrul și profilul sîrmei (sîrma netedă, profilată, lițe, toroane, bare tip PC 90 sau PC 100 etc.). Sînt și ancoraje cu bacuri multifuncționale (tip INCERC) care se folosesc pentru mai multe tipuri de armături (fig. VI.16). Bacurile sînt ținute cu un inel de sîrmă. Sîrmele se introduc pe la capătul bacurilor și se autoancorează prin simpla tragere.

Ancorajele sînt prinse sau blocate în blocul comun de tragere (la capătul la care se face tragerea) și în blocul cu compensatori (la celălalt capăt unde este fixat de culeea de ancorare). Blocul cu compensatori are o serie de cilindri hidraulici care comunică între ei realizînd aceeași presiune în întreg ansamblul de cilindri, iar pistoanele acestora, care fac corp comun cu ancorajele, se deplasează diferit (conform modului de alungire a fiecărei armături).

Pe standuri lungi unde se execută concomitent elemente scurte, se folosesc pentru ghidarea și ordonarea firelor, fie plăcuțe cu găuri care trebuie montate încă de la întinderea sîrmelor, fie plăcuțe cu crestături care se pot monta și ulterior (fig. VI.17).

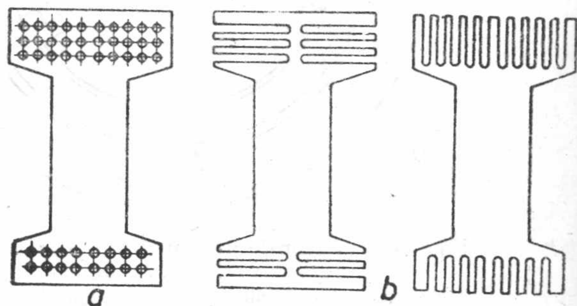


Fig. VI.17. Plăcuțe separatoare și de ghidare:
a — cu găuri; b — cu crestături.

c. **Ancoraje fixe cu dorn** (tabelul VI.4). Acestea se utilizează la armături postîntinse formate din fascicule ale căror sîrme la un capăt

Tabelul VI.4. **Caracteristicile ancorajelor fixe cu dorn**

Tipul fasciculului	Dornul		Dimensiuni, mm		
	Diametrul mm	Lungimea mm	Plăcuțe de rezemare	Plăcuțe de repartiție	Găuri h, minim
12∅5 mm	40	100	35×55×12	100×100×12	50
12∅7 mm	50	140	45×65×15	140×140×16	62
24∅7 mm	70	170	60×90×15	200×200×18	84
48∅7 mm	100	300	100×120×25	280×280×15	125

Observații: 1) La plăcuțele de repartiție comune mai multor fascicule grosimea lor poate fi redusă cu 2 mm.

2) Găurile care se practică sînt cu 3 mm mai mari decît diametrul tecilor.

3) La 48∅7 sîrmele se așază pe două rînduri.]

trec peste un dorn formînd o buclă. Dornul reazemă pe o plăcuță, denumită plăcuță de rezemare (sprijin), prin care trece fasciculul; la rîndul său plăcuța de rezemare se reazemă pe o plăcuță de repartiție de la capătul elementului (fig. VI.18).

d. **Ancoraje pentru bare.** Ancorajele pentru bare pot fi făcute cu bucșe presate la cald sau la rece cu capete ambutisate sau cu capete filetate și prinse cu piuliță și contrapiuliță, sprijinite de obicei pe un rulment care reduce frecarea (fig. VI.19).

Strîngerea piuliței pe filet, la blocarea pe tipar sau pe culee, se poate face cu chei dinamometrice tarate sau chei dinamometrice cu clichet pentru declanșare automată; strîngerea se oprește cînd se ajunge la momentul de răsucire stabilit.

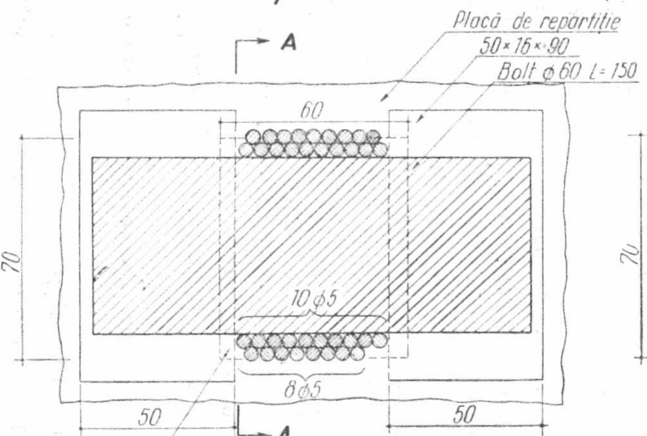
Variante ale acestor ancoraje care se bazează pe forfecarea filetului, capetelor cu bucșe sau capetelor ambutisate, sînt:

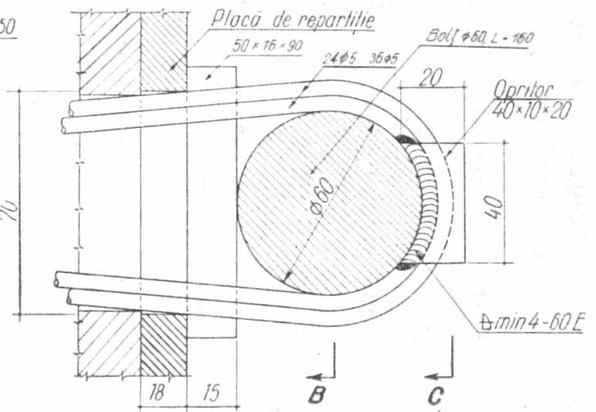
1) *Ancoraje cu filet format prin rolare—presare (fără strunjire de material).*

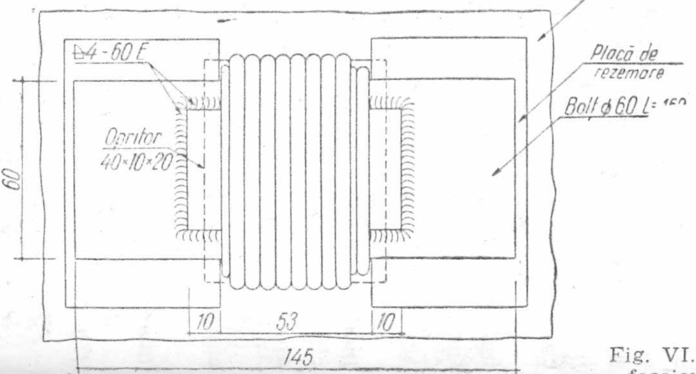
2) *Ancoraje cu filet obținut din laminare (procedeul Dywidag din R.F.G.).*

3) *Procedeul de ancorare Lee—Mc. Cal (Anglia).*

4) *Procedeul de ancorare B.B.R.V. (Elveția) cu capete ambutisate (un fel de măciulie) executate la o mașină specială.*







Detaliile din prezenta figură sînt valabile și pentru fascicule de 24φ5... 36φ5.

Fig. VI.18. Ancoraj fix cu dorn pentru fasciculul cu două straturi de sîrmă.

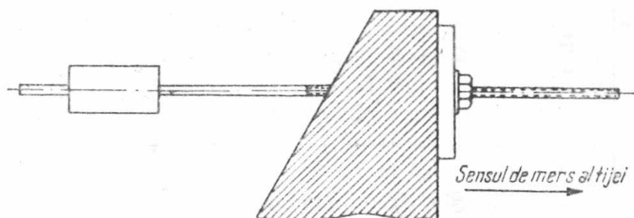


Fig. VI.19. Întinderea și fixarea barelor filetate cu piuliță.

3. Mijloace pentru realizarea forțelor de pretensionare a armăturilor

Pentru realizarea betonului precomprimat este necesar să se introducă eforturi de întindere mari în armături, fie înainte de turnarea betonului (la procedeul cu armături preîntinse), fie după turnarea betonului (la procedeul cu armătură postîntinsă).

Eforturile în armături se realizează cu ajutorul preselor acționate de generatoare de presiune (pompe, grupuri de pompare etc.).

Armăturile pot fi preîntinse prin rezemarea preselor pe culeele unui stand, pe tipare autoportante sau pe elementul de beton.

În timpul preîntinderii, presele pot întinde armătura de la ambele extremități sau de la o singură extremitate.

a. **Prese pentru beton precomprimat.** Pentru pretensionarea armăturilor, în țara noastră, s-au construit de către INCERC o serie de prese pentru execuția betonului precomprimat. În prezent aceste prese (tabelul VI.5) se execută de Întreprinderea de Microproducție și Lucrări Experimentale (I.M.E.C.) — București din cadrul Institutului Central de Cercetare, Proiectare și Directivare în Construcții (I.C.C.P.D.C.) — București.

Unele prese se pot folosi atît pentru precomprimarea prin procedeul cu armătura preîntinsă, cît și cu procedeul cu armătură postîntinsă.

b. **Prese pentru tensionări individuale.** Pentru tensionarea individuală a barelor PC 90, PC 100, Sigma ($A = 40 \ldots 70$ cm^2) și toroane n 7 ∅ 3, 7 ∅ 4 etc. se folosesc prese cu gol central.

Pentru tensionări individuale se folosesc două tipuri de prese cu gol central:

Tipul 1, la care presa cu ancorajul de tensionare este situat între cilindrul de blocare și cel de tensionare și la care ancorajul de prindere a armăturii este solidar cu cilindrul de tensionare.

Tabelul VI.5. **Caracteristicile preselor pentru beton precomprimat BP produse în țara noastră de I.C.C.P.D.C. – I.M.E.C.**

Tipul presei / Caracteristici	300 kN (≈30 tf) cu autoclavetare	600 kN (≈60 tf) cu autoclavetare	120 kN (≈12 tf)		400 kN (≈40 tf) cu gol central	1 200 kN (≈120 tf) cu gol central	2 500 kN (≈250 tf)
			Cu ancoraj față	Cu ancoraj spate[1]			
Tipul armăturii care se pot tensiona	12∅5	12∅7	∅<14 (TBP)	∅⩽14 (TBP)	Tragere în bloc sau 12∅5 (12∅7)	Tragerea în bloc sau 21∅7	16 TPB ×7∅4...5
Forța maximă de tragere, kN	320	640	120	120	400	1 200	2 500
Forța maximă de blocare, kN	140	300	20	20	170	250	800
Cursa utilă de tragere, mm	250	300	200	310	220	300	350
Cursa utilă de blocare, mm	30	35	20	15	40	80	25
Dimensiunile de gabarit pentru cursa maximă, mm	250×250××1 350 l=965 D=170	250×250××1 350 l=1 155 D=220	90×200××1 350		400×400××1 350		250×280××1 350
Masa, kg	65	80	24	26	85	186	225
Presiunea de regim maximă, kN/cm² (kgf/cm²)	4,3 (430)	5,2 (420)	4,0 (400)	4,5 (450)	3,6 (360)	4,3 (630)	4,55 (455)

[1] Acest tip de ancoraj necesită o lungime de toron mai mare (care se pierde după efectuarea pretensionării).

Tipul 2, la care, spre deosebire de tipul 1, ancorajul este solidar cu cămaşa exterioară a cilindrului de tensionare. Acest tip este utilizat la presele de 120 kN ($\approx$12 tf) care pot avea ancorajul în faţă sau în spate, pentru pretensionarea în special pe tipare autoportante.

În principiu, aceste prese cuprind o cameră de presiune hidraulică pentru blocarea propriu-zisă, revenirea făcîndu-se, de regulă, cu arc ; cilindrul de tensionare cuprinde şi el o cameră de presiune hidraulică (camera activă) care poate efectua atît tensionarea, cît şi revenirea.

Presele vor fi acţionate de grupuri speciale de pompare sau electropompe (generatoare de presiune).

Presa monofilară (fig. VI.20) cu ancorajul în faţă, cu cilindrul hidraulic cu dublu efect, cu gol central pentru trecerea armăturii prin interior se compune din :

1) *Capul de rezemare—blocare cu cilindru de blocare*, pe care este fixat pistonul de blocare prin intermediul piuliţei resort ; are o pastilă de rezemare, garnituri etc.

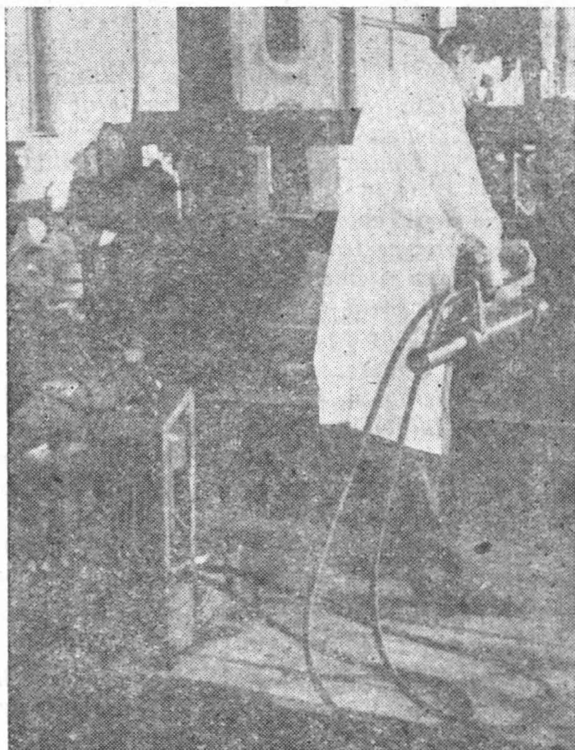


Fig. VI.20. Agregat de întindere individuală :

1 — culee ; 2 — presă de întindere ; 3 — grup de pompare cu aparatură de control ; 4 — armături (toron) blocat în culee după preîntindere.

2) *Capul de tragere*, cilindrii exterior și interior, piston, manșon, piulița de fund, garnituri de etanșare.

3) *Ancoraje de tragere* care culisează pe conul capului de tragere și care sînt închise (blocate) prin împingerea lor de către resort prin intermediul talerului și sînt deschise de cepul de declavetare fixat în cilindrul de blocare.

4) *Distribuitorul hidraulic* pentru acționarea camerelor de blocare și revenire, compus din conducte, tije, piulițe etc. fixate în mînerul presei.

Legăturile hidraulice între grupul de pompare și presă se realizează prin furtunuri de înaltă presiune care se prind prin filetare în ștuțurile din mîner și cele ale cilindrului exterior.

La presa de 120 kN cu ancoraj în spate capul de tragere este înșurubat de pistonul presei în partea din spate a presei și blocat cu o pană ; capul de blocare, care este în partea din față a presei, reazemă pe tiparul autoportant sau pe culeea standului unde se face pretensionarea.

Presa necesită o armătură mai lungă pentru prinderea în bacurile ancorajului de blocare care se află în spate.

Operațiile de pretensionare a armăturii sînt următoarele :

1) *Se racordează presa la generatorul de presiune, electropompă sau grupul de pompare.*

2) *Se introduce presa pe armătură pînă reazemă pe ancorajul de blocare.*

3) *Se dă drumul la uleiul din electropompă care pătrunde în interiorul camerei de tensionare (camera activă) și provoacă deplasarea cilindrului exterior și interior a capului de tragere.*

4) *Se blochează astfel armătura prin împănarea setului de bacuri, în capul de tragere (în prima parte a cursei).*

5) *Prin deplasarea în continuare a capului de tragere înfiletat pe cilindrul exterior se produce tensionarea armăturii și apoi se blochează ieșirea lichidului din camera activă.*

6) *Prin punerea în legătură a uleiului din generatorul de presiune cu camera de blocare se acționează asupra pistonului de blocare (circa 16 mm), efectuîndu-se blocarea.*

7) *La atingerea presiunii de 2 kN/cm² (200 kgf/cm²) se face automat legătura cu camera activă, începînd cursa de revenire.*

8) *La sfîrșitul cursei de revenire se face autodeclavetarea prin intrarea capului de declavetare în interiorul capului de tragere.*

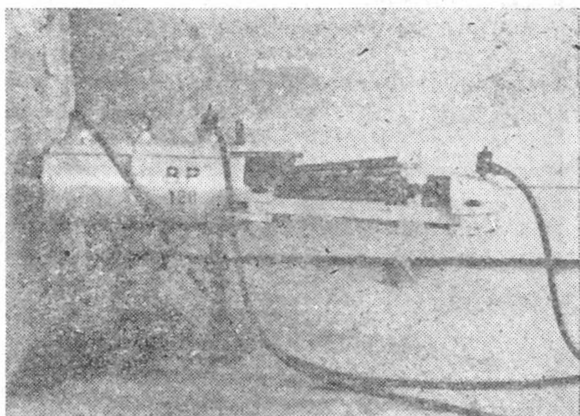
Presele au condiții severe de execuție și întreținere trecute în caietul de sarcini. Ele se livrează cu certificat de calitate și necesită condiții speciale de transport și depozitare.

Presa de 120 kN este similară produselor străine livrate de firmele: Max-Paul (R.F.G.); CCL. 6-Alevin (Anglia), ; SC_1—180—STUP (Franța); PROCEQ (Elveția); Presto (Italia); NZ—10 SKODA (R.S.C.) etc.

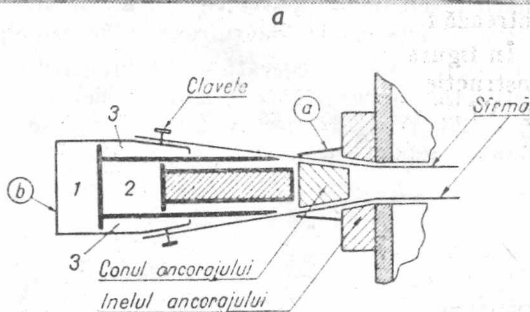
Presa de 400 kN are o construcție diferită de a preselor de 120 kN dar în principiu poate efectua tensionarea de armături care trec prin golul central al presei.

c. **Prese pentru tensionarea fasciculelor.** Pentru tensionarea fasciculelor se folosesc prese de 300 kN, 600 kN, 1 200 kN, 2 000 kN și 2 500 kN. Tipurile de fascicule care se tensionează sînt arătate în tabelul VI.5.

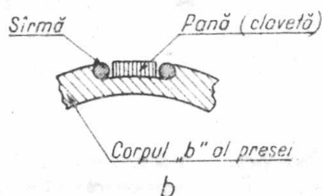
În principiu, astfel de prese sînt compuse din: *presa cu gol central* pentru punerea în tensiune a fasciculelor și declavetaj (desfacerea fasciculelor); *presa (cric) de blocaj* pentru blocarea ancorajului auxiliar și ancorajului fix; *ancorajul auxiliar* (con și inel); *presa de blocare a conului intermediar; presa de blocare a ancorajului auxiliar; dispozitivele auxiliare pentru ordonarea firelor în interiorul presei; presele de declavetaj* (fig. VI.21).



a



DETALIU DE CLAVETARE



b

Fig. VI.21. Presă pentru întinderea fasciculelor:
a — vedere; *b* — schemă; 1, 2, 3 — camere de presiune care se umplu succesiv.

Operațiile de pretensionare a fasciculelor la presele de 300 și 600 kN sînt următoarele :

1) *Se racordează presa la pompa de înaltă presiune prin intermediul furtunurilor, al ștuțurilor, al pipei și al șuruburilor cu cap pătrat.*

2) *Se aduce presa în poziție de lucru sprijinindu-se pe ancorajul de blocare din față.*

3) *Se poziționează armăturile cu ajutorul capului crestat.*

4) *Se blochează armăturile de capul presei cu ajutorul penelor prin blocare.*

5) *Se creează presiune în camera de tensionare pînă se ajunge la presiunea dorită.*

6) *Se blochează ieșirea fluidului din camera de tensionare.*

7) *Se alimentează camerele de blocare și revenire efectuîndu-se blocarea ancorajului din față (în prima fază) după care are loc revenirea (în a doua fază).*

8) *Se eliberează camera de tensionare și se acționează în continuare revenirea și deblocarea penelor din capul presei care se face automat.*

Presele de 1 200 kN și 2 500 kN. Aceste prese sînt destinate tensionării fasciculelor puternice din multe fire sau din toroane care concentrează forțe mari. Alcătuirea lor, de principiu, a fost arătată anterior.

În figura VI.22 se arată o secțiune printr-o presă de acest tip cu o construcție aproximativ similară celor care se fabrică în prezent (fig. VI.23 și VI.24). Presa de 1 200 kN se fabrică în prezent în două variante modernizate.

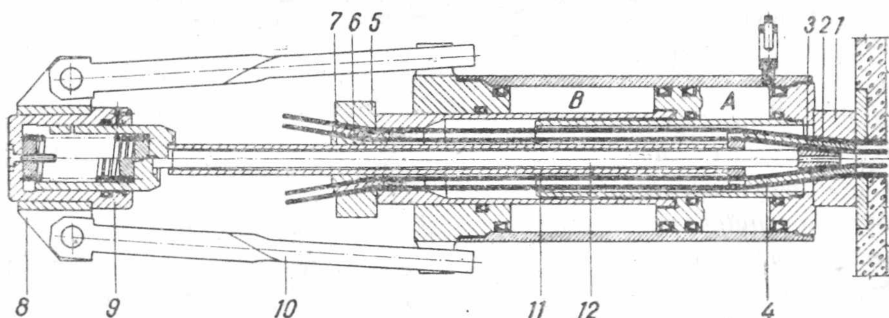
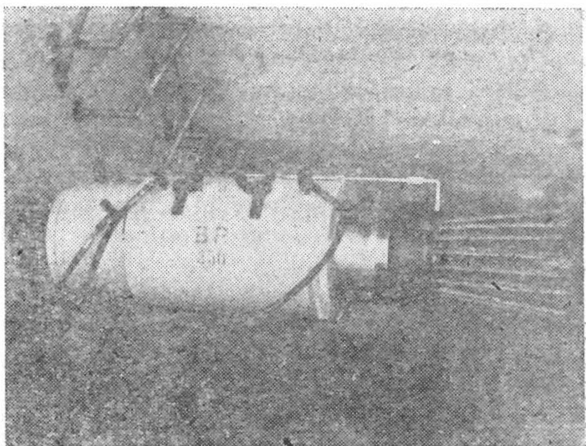


Fig. VI.22. Presă pentru întinderea fasciculelor de 24 Ø 7 mm (48 Ø 7 mm) :
A — camera de presiune la tensionarea fasciculului ; *B* — camera de presiune la retur ; *1* — inel exterior ; *2* — con intermediar ; *3* — con interior ; *4* — piesă de blocare a conului intermediar ; *5* — inelul exterior al ancorajului de inventar ; *7* — conul interior al ancorajului de inventar ; *8* — suport cric ; *9* — cric de blocare ; *10* — tijă ; *11* — țeava de presare a conului intermediar ; *12* — tija de presare a conului interior.

Fig. VI.23. Presă de 2 500 kN în timpul întinderii fasciculelor.



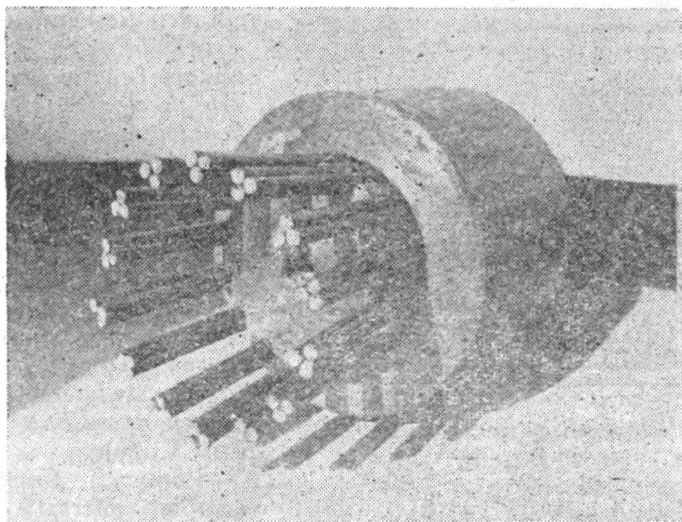


Fig. VI.24. Fascicule de 42 fire blocate într-un con (cîte 3 fire grupate pe un canal).

La utilizarea acestor tipuri de prese se fac o serie de operații complexe, presa avînd ancoraje cu con și inele duble și ancoraje de inventar. Exploatarea presei se face de către personal specializat care cunoaște în detaliu modul de funcționare și întreținere, avînd la dispoziție caietul de sarcini și fișa tehnică.

d. **Generatoare de presiune.** Ca generatoare de înaltă presiune se pot folosi pompe manuale, electropompe și grupuri de pompare.

Pompa manuală de înaltă presiune se compune din următoarele părți principale: *postamentul*, care susține ansamblul pompei și rezervorul de ulei; *corpul pompei*, care conține cilindrul de lucru, pistonul pompei de presiune medie și înaltă, supapele de admisie și refulare, racordul la manometru, robinetul de evacuare, racordul furtunului de presiune; *pîrghia de acționare a pistonului* montată la partea superioară a ansamblului (fig. VI.25).

Pompa lucrează la presiunea de regim de 400 kgf/cm^2 și are o masă de circa 50 kg.

Electropompa de înaltă presiune se compune din: *pompa cu 5 pistonașe radiale* care reazemă pe rulmentul montat pe axul excentric care prin rotație realizează mișcarea de du-te-vino avînd cilindrii ficși independenți; *distribuitorul cu 5 căi* care asigură funcționarea; *supapele de siguranță și de sens reglabile* (aspirație, refulare) care asigură presiunea de lucru necesară; *motorul electric asincron de 4 kW (≈ 1 500 rot/min) în scurtcircuit*, cuplat direct de pompă este acționat de un contactor; *manometrul*; *rezervorul cu filtru de 15 l* în care este imersată pompa; *cadrul de susținere și role* (fig. VI.26).

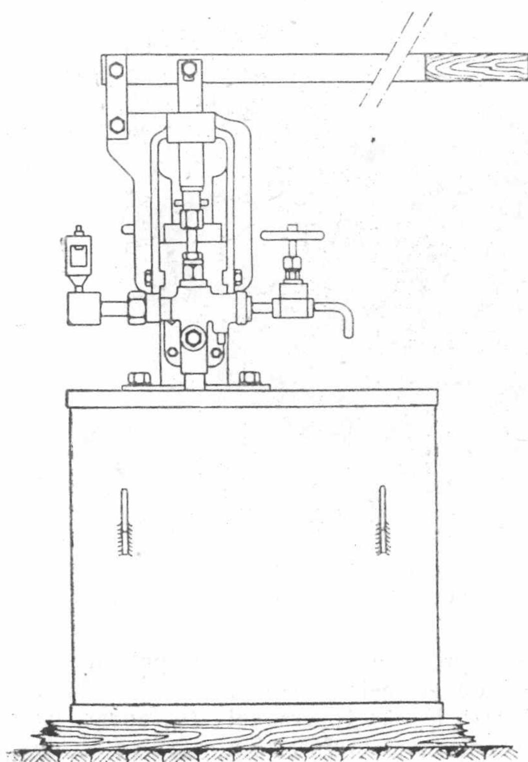


Fig. VI.25. Pompă cu acționare manuală.

Pompa funcționează complet imersată în ulei avînd o presiune de regim de 4 kN/cm^2 (400 kgf/cm^2) și un debit de 4—5 l/min, masa 30 kg. Distribuitorul permite acționarea independentă a 3 cilindri.

Pentru funcționare: *se umple rezervorul cu ulei pînă la reperul superior înscris*

pe joją ; se efectuează amorsarea prin realizarea unei suprapresiuni de 0,20—0,40 bar în rezervor ; se face legătura la presă ; se efectuează reglajul supapei de siguranță cu instalația sub presiune, motorul pornit și cu distribuitorul închis, urmărindu-se pe manometru presiunea pînă la 450 bar.

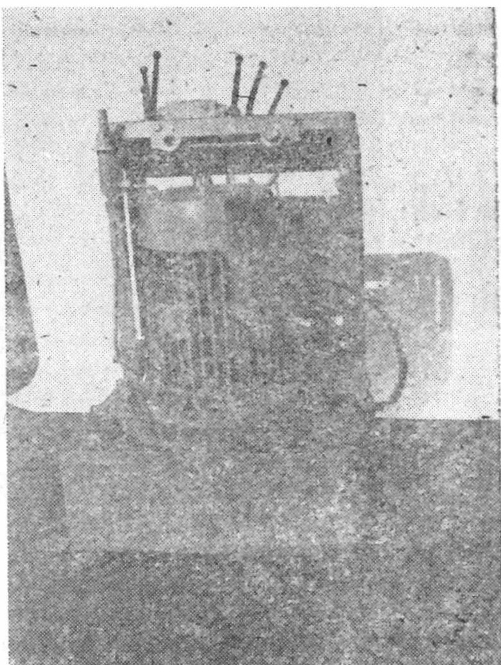


Fig. VI.26. Electropompă.

Reguli de protecția muncii : utilajul va fi folosit numai după punerea la pămînt. Nu se admit intervenții la presă sub presiune și tensiune. Nu se admit intervenții sub presiune în cazul scurgerilor de ulei. Electropompa va fi amplasată în zone ferite și protejată cu ecrane. Electropompa I.M.E.C. este similară electropompei Max-Paul (R.F.G.) TK Freyssinet Pine (S.U.A.) și PROCEQ (Elveția) folosite și la grupurile de pompare.

Grupul de pompare BP-234-00 B se compune din următoarele subansambluri : *electropompa* formată dintr-o pompă cu 5 pistonașe radiale, funcționînd imersate și acționată de un motor electric asincron de 4 kW (1 500 rot/min) în scurtcircuit prevăzut cu un distribuitor cu 3 căi și manometru ; motorul este asamblat prin cuplare directă la pompă ; *supapa de siguranță* pentru protejarea pompei de supraîncărcare ; *distribuitorii cu două electroventile* ; *supapele cu sens* pe turul și returul electropompei, pentru protejarea acesteia ; *supapele de tarare* pe circuitul de tur și retur, după distribuitorul cu electroventile ; *supapa pilotată* pe circuitul de tur care permite revenirea presei numai după blocarea armăturii ; *drosele robinet (regulator de presiune)* pe circuitul de tur de la pompă al distribuitorului și al manometrului ; *panoul electric* cu instalația electrică, casetele de comandă etc.

Grupul de pompare este montat pe un cadru cu roți pneumatice (fig. VI.27).

La punerea sub tensiune se acționează simultan motorul electropompei și electroventilul corespunzător căii de tensionare (pînă la atingerea presiunii de 400 bar).

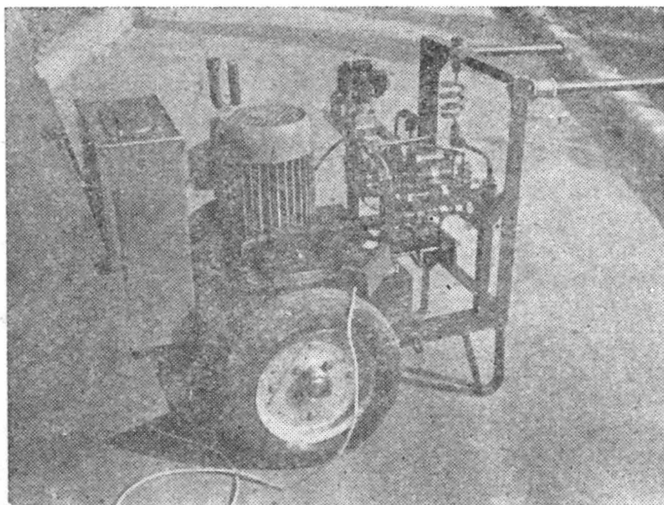


Fig. VI.27. Grup de pompare.

La terminarea tensionării se acționează contactul care deplasează supapa pilotată pentru menținerea presiunii în camera activă, iar uleiul debitat realizează operația de blocare a armăturii pînă la atingerea presiunii de 2 kN/cm² (200 kgf/cm²) cînd începe revenirea (v. pompa de 120 kN).

Pentru funcționare : *se umple rezervorul cu ulei al electropompei (pînă la reperul jojei) ; se efectuează amorsarea ca la electropompă, racordîndu-se teul la grupul colector ; se leagă instalația cu furtunuri la presă ; se execută reglajul supapei de siguranță (se închide droselul, se pornește motorul, se urmărește manometrul pînă cînd presiunea este de 450 bar) ; se deschide droselul de pe traseu și se anclanșează electric pompa corespunzător căii active și se reglează supapa respectivă ; se anclanșează electromotorul corespunzător căii de revenire la circa 1/2 din presiunea de la activ, pînă se descarcă presiunea (de la manometru) ; se execută reglajul droselului, corespunzător vitezei de tensionare optimă.*

Regulile de protecția muncii sînt similare cu cele de la folosirea electropompei.

Grupul de pompare executat de I.M.E.C. este similar produselor străine livrate de firmele Max-Paul, Rex-Roth (R.F.G.) și instala-

ţiilor produse în Republica Socialistă Cehoslovacă şi Republica Populară Bulgaria.

e. **Pompa pentru injectat mortar.** Această pompă foloseşte pentru introducerea amestecului de injectare în canalele fasciculelor (la procedeul de postcomprimare).

Pompa propriu-zisă se compune din următoarele părţi principale: *camera de admisie* cu transmisie cardanică, şnec, cilindru cu manşon de cauciuc şi *camera de evacuare*; *motorul electric de 1,5 kW* (1 500 rot/min); *suportul sudat al pompei şi motorului* ; *manometrul de control.*

Presiunea maximă este 20 bar, avînd un debit de 500 sau 1 000 l/h după tipul şnecului folosit (fig. VI.28).

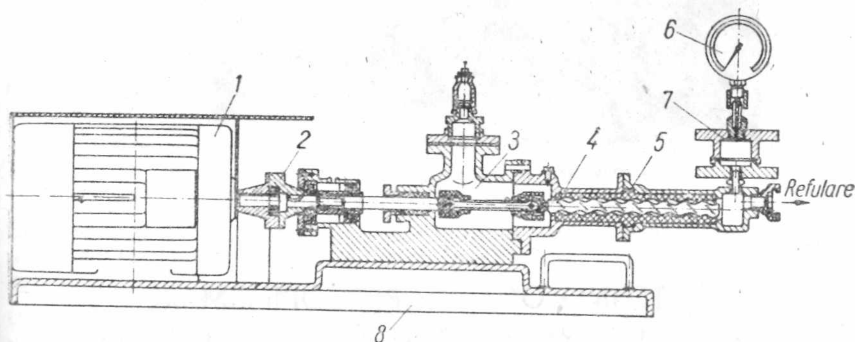


Fig. VI.28. Pompă pentru injectat mortar tip P.J. :
1 — electromotor asincron trifazic ; 2 — cuplaj ; 3 — cameră de aspiraţie ; 4 — şnec ; 5 — manşon ; 6 — manometru ; 7 — cameră tampon cu ulei ; 8 — placă suport.

Pompa de injectat I.M.E.C. este similară produselor străine CCL-150, CCL-250 ; CCL-350 şi M5-S TRONGHOLD (Anglia) ; MMI-100-PROCEQ (Elveţia).

f. **Agitator vertical cu vas.** Acesta este folosit pentru prepararea pastei de ciment pentru injectarea canalelor în care se găsesc fasciculele la procedeul cu armătura postcomprimată.

Agitatorul se compune din : vasul de 180 l în care se prepară pasta de ciment ; *agitatorul,* care este alcătuit dintr-un motor de 5 kW (1 500 rot/min), echipamentul electric, arborele principal cu două elice (superioară şi inferioară) ; *jgheabul.*

Masa agregatului este de circa 115 kg (fig. VI.29).

Agitatorul I.M.E.C. este similar produselor străine MD-30 ; MD-80 ; MH-CCL şi M-5-STRONGHOLD (Anglia).

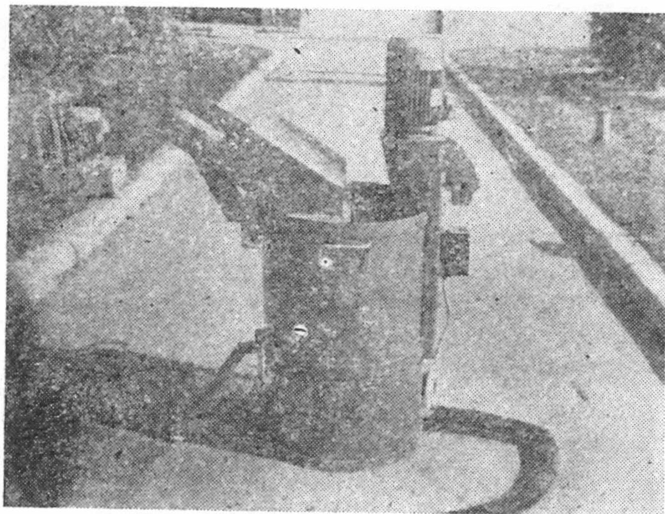


Fig. VI.29. Agitator vertical cu vas.

C. TEHNOLOGII DE PRECOMPRIMARE CU ARMĂTURĂ PREÎNTINSĂ ȘI POSTÎNTINSĂ

Preîntinderea armăturii poate fi făcută pe stand folosind culei sau pe tipare autoportante. Sistemele de preîntindere întrebuințate sînt cu preîntindere în grup sau cu preîntindere fir cu fir cu agregate de tensionare individuală.

1. Armături preîntinse

a. **Tensionarea individuală, cu agregate, pe stand sau pe tipare autoportante.** Pentru tensionarea individuală cu agregate sînt necesare prese de tensionare individuală, grup de pompare care debitează lichide sub presiune pentru acționarea presei de tensionare și aparatura de control.

Tensionarea individuală pe tipar autoportant sau pe stand necesită următoarele operații (etape) :

1) *Introducerea presei pe armătură (respectiv armătura în presă).*

2) *Tensionarea armăturii pînă la efortul dorit.*

3) *Blocarea armăturii sub efortul final.*

4) *Revenirea diverselor subansambluri ale piesei la poziția inițială și eliberarea presei.*

5) *Scoaterea presei de pe armătura tensionată.*

Agregatele pot executa operațiile succesiv, cu comandă pentru fiecare operație, etapă cu etapă, ca de exemplu tensionarea, blocarea și revenirea. Sînt și agregate care pot executa în serie operațiile la una sau două comenzi, fiind considerate agregate semiautomate sau automate.

La varianta semiautomată, operatorul comandă tensionarea după care, la atingerea efortului dorit, oprește comanda, iar la o nouă comandă dată de operator, se execută automat blocarea și revenirea la poziția inițială.

În varianta automată cele trei etape (tensionarea, blocarea și revenirea) se execută succesiv la o singură comandă.

b. **Tensionarea în grup pe stand.** Tensionarea pe stand se poate face prin tragere concomitentă a mai multor fire sau bare prin intermediul *blocului comun de tragere*, în care sînt introduse ancorajele individuale care se autoblochează. Pentru tragerea centrică, blocul de tragere are o articulație cardanică prinsă cu o bară filetată care traversează culeea și pătrunde în golul presei de întindere ce reazemă la rîndul ei pe culee, tija filetată putînd fi blocată la poziția dorită folosind rezemarea ei pe culee prin intermediul unei plăci de rezemare și a unei piulițe de blocare. La culeea opusă se găsește de regulă sistemul hidraulic cu compensatori de alungiri.

2. Armături postîntinse (fascicule de cabluri)

Se pot tensiona fasciculele prevăzute în tabelul VI.1 care trec prin canale, cu teci care se extrag sau cu teci înglobate (v. tabelul VI.2), cu ajutorul preselor (v. tabelul VI.5) pentru beton precomprimat (cu excepția celor folosite la tensionarea armăturilor individuale).

Fasciculele sînt compuse de regulă din sîrme SBP ∅5...7, toroane 7∅3...5, oțel tip Sigma etc.

Fasciculele pot avea un ancoraj fix (cu dorn) și unul cu inel și con sau ambele cu inel și con. Tensionarea se poate face dintr-o singură extremitate sau din ambele extremități.

Firele fasciculului se tensionează simultan.

Puterea preselor (tabelul VI.6) este în funcție de forța de precomprimare care se realizează în fascicul (300–2 500 kN).

Tabelul VI.6. **Forțele de precomprimare în funcție de tipul fasciculelor**

Forța de precomprimare kN	Forța de rupere kN	Tipul de fascicul
300	390	12 Ø 5 mm pe un singur rînd
570	740	12 Ø 7 mm pe un singur rînd
600	775	24 Ø 7 mm pe un singur rînd
900	1 160	36 Ø 5 mm pe două rînduri concentrice
1 050	1 350	42 Ø 5 mm pe două rînduri concentrice
1 140	1 480	24 Ø 7 mm pe două rînduri concentrice
1 200	1 550	10 toroane 7 Ø pe un singur rînd

a. **Lucrări pregătitoare pe fascicule și pe utilaje de precomprimare.** Pentru efectuarea tensionării fasciculelor sînt necesare unele lucrări pregătitoare efectuate asupra fasciculelor și asupra preselor de precomprimare și anume:

1) *Trasarea diagramei forță-alungire* $(F-\Delta l)$ se efectuează pe firele din același lot, folosind un stand de 10 m lungime, pe care se întind firele în trepte pînă la 0,8 din rezistența prevăzută în standard.

2) *La grupul de pompare și la prese se verifică*: circuitele, distribuitoarele, garniturile, aparatele de măsurarea presiunii (manometrele) etc.; se verifică de asemenea mersul în gol și revenirea preselor încărcînd instalația la o presiune cu 10% mai mare decît presiunea de lucru.

Pentru prese se verifică periodic cel puțin o dată pe an frecările interioare conform prevederilor din caietul de sarcini folosind un dinamometru și comparînd forța de la dinamometru F_0 care are precizia de 1% cu forța ce rezultă F_m din presiunea citită la manometru p_0 înmulțită cu aria activă a pistonului presei A; $F_m = p_0 A$.

Din diferența acestor forțe rezultă frecările interioare f_0, în procente, care se compară cu cele etalon cu formula:

$$f_0 = \frac{p_0 A - F_0}{p_0 A} \quad [\%].$$

3) *Verificarea manometrului* se face cu ajutorul unui manometru etalon, montat în paralel la o presă.

4) *Determinarea pierderilor de tensiune prin frecarea pe traseu* se face la capul de serie al elementelor, întinzînd cu două prese una pînă

la 1/5—1/6 din presiunea maximă (presa pasivă), iar cealaltă pînă la presiunea maximă (presa activă).

Pierderile de tensiune prin frecare sînt date de diferenţele de forţe citite la cele două prese (activă şi pasivă):

$$\frac{\Delta F}{F_1} = \frac{F_1 - F_2}{F_1} = \frac{A}{F_1}(p_1 - p_1 f_1 - p_2 + p_2 f_2),$$

care au fost corectate cu frecările interioare ale preselor folosite:

$$F_1 = p_1 A(1 - f_1)\ ;\ F_2 = p_2 A(1 - f_2),$$

unde f_1 şi f_2 sînt coeficienţii de frecare interioară ai celor două prese, iar A, aria secţiunii transversale a pistonului presei.

5) *Determinarea pierderilor de tensiune la blocare* se datoreşte alunecării sîrmelor în ancoraj şi deformaţiilor plastice ale ancorajelor şi se află prin urmărirea pierderii presiunii citită la manometru, în timpul pretensionării, şi anume imediat înainte de blocarea fasciculului, P_1, şi apoi imediat înainte de blocarea fasciculului, P_2; operaţia se execută în două etape prin întindere şi blocare succesivă, etapa a doua executîndu-se după 20—30 min.

6) *Determinarea forţei de control* N_c se face prin intermediul presiunii de control P_c şi anume $N_c = P_c \times A$, în care P_c include pierderile stabilite anterior şi trebuie să corespundă prevederilor din proiect.

7) *Determinarea alungirii fasciculului* pentru stabilirea efortului prevăzut în proiect se face prin calcul în funcţie de efortul de control H_c, de secţiunea fasciculului A_f, diagrama forţă—alungire $F-\Delta l$ şi lungimea fasciculului l. Această alungire este un mijloc de verificare a efortului realizat în fascicul. Toate aceste elemente se trec în fişa de pretensionare (tabelul VI.7).

b. **Lucrări pregătitoare în elementele care se precomprimă.** Înainte de turnarea betonului se montează fasciculele în tecile elastice şi plăcile de repartiţie. La tecile rigide şi acolo unde fasciculele se introduc în canalele lăsate în beton, fasciculele se montează ulterior (după turnarea betonului).

Se verifică secţiunile fasciculelor. Distanţele dintre fascicule trebuie să respecte cotele din proiect (v. cap. VII).

Fasciculele (tecile) se poziţionează prin dispozitive care împiedică deplasările pe orizontală sau pe verticală a acestora, prin legarea lor în două planuri de armătura nepretensionată. La fel se procedează şi cu plăcile de repartiţie care se sudează de armătura nepretensionată.

Legarea fasciculelor se face la circa 1,00—1,50 m între ele; cofrajele se verifică conform prevederilor generale.

Elementele din bolțari prefabricați se așază pe reazeme rigide, verificîndu-se continuitatea, liniaritatea canalelor, poziția reciprocă la rosturi ; apoi rosturile se cofrează.

Se verifică certificatele de calitate ale bolțarilor. Se verifică dacă elementul care se precomprimă poate asigura schema statică (reazem articulat la una din extremități).

Se fac încercări pe cuburi martor păstrate în aceleași condiții ca elementul de beton precomprimat sau pe cuburi prelevate din mortarul sau betonul din rosturi.

Se evacuează cu ajutorul aerului precomprimat apa care a pătruns în canale.

c. **Efectuarea precomprimării.** Punerea sub tensiune a fasciculelor se face numai după ce betonul a atins rezistența prevăzută și s-au examinat zonele pe care se vor rezema ancorajele.

Fazele de precomprimare sînt următoarele :

1) *Se verifică ancorajele conform normativului C.21-85.*

2) *Se aduce presa în poziția de lucru, sprijinindu-se pe ancorajul de blocare din față, avînd toate dispozitivele auxiliare ; se fac racordurile la grupul de pompare sau electropompă.*

3) *Se poziționează armăturile cu ajutorul capului crestat care în prealabil au fost ordonate și însemnate la nivelul inelului ancorajului.*

4) *Se blochează armăturile prin pene (piulițe).*

5) *Se creează presiunea în camera de tensionare (activă) în cîteva trepte (4—5) pînă se ajunge la presiunea de control corespunzătoare efortului total, presiunea citindu-se la manometru numai la creșterea acesteia.*

6) *Se blochează ieșirea fluidului din camera de tensionare.*

7) *Se măsoară alungirea cablului cu ajutorul unei rigle de măsurare (distanța de la capetele elementului de beton la reperele de pe sîrme) și se verifică presiunea cu manometrul (la fiecare treaptă, după cîteva minute de la terminarea operației).*

8) *Se alimentează camerele de blocare și revenire efectuîndu-se blocarea ancorajului din față (în prima fază), după care are loc revenirea (a doua fază). Se notează eventualele alunecări față de punctele de blocare în presă.*

9) *Se scade ușor presiunea din camera de tensiune.*

10) *Se declavetează ancorajele (deblocarea penelor) care de regulă se face automat, terminîndu-se transferul.*

11) *Se demontează presa.*

După transfer capetele sîrmelor se evacuează protejîndu-se prin înglobare în beton, astfel ca să rămînă pentru injectare numai golul din

con. *Tăierea sîrmelor se face de regulă cu discuri rotative cu carborund sau cu flacără oxiacetilenică.*

12) *Se execută injectarea și protejarea armăturii.*

O atenție deosebită se dă verificării efortului de precomprimare, care se face de către inginerul responsabil de lucrare (atestat), prin intermediul alungirii, făcînd toate calculele prevăzute și ținînd seama de pierderile, frecările constatate etc.

Datele necesare sînt trecute în fișa de pretensionare, conform tabelului VI.7.

Tabelul VI.7. **Fișa de pretensionare** (Exemplu conform normativului C. 21-86)

Întreprinderea executantă .... Șantierul		Punctul de lucru ..... Hala nr.	Data .... Temperatura .....
Elementul	G1	Tipul piesei	INCERC-1200 kN
Rezistența betonului la precomprimare	R_{b0}	Lungimea între repere	25,75 m
Fasciculul	1	Alungirea prevăzută	169 mm
Tipul fasciculului	24⌀7	Intrarea maximă admisibilă a sîrmelor în ancoraj	5 mm
		Presiunea la : — pretensionare — blocare	 430 bar 350 bar

Presiunea la capete bar	Efortul real la presă kN	Deplasare reper alungiri				Deplasările sîrmei în ancorajul presei la capăt, mm		Alungiri, mm	
		Citiri brute capăt, mm		Diferențe capăt mm				Parțiale capăt (1+2)	Totale capăt (1+2)
		1	2	1	2	1	2		
52/50	120	350	300	—	—	—	—	—	19
102/100	340	361	311	12	21	1	2	19	38
202/200	480	382	333	25	22	2	1	40	78
300/300	720	301	354	19	21	1	1	38	116
400/400	960	417	379	16	25	0	1	40	156
416/416	1 035	423	385	6	6	1	0	11	167

Alungirea va fi stabilită pe lungimea totală a fasciculului, inclusiv porțiunea necesară prinderii în prese ținînd seama și de scurtarea elastică a betonului, eventualele striviri locale, turtirea fasciculelor în zonele curbe. Măsurarea alungirii începe după prima treaptă „zero convențional" ; pentru prima treaptă valoarea alungirii se obține prin extrapolare ; alungirea se măsoară pe reperele trasate pe armături sau după deplasarea capului pistonului (cu scăderea deplasării armăturilor la împănare). Precizia de măsurare admisă este de 1 mm.

Dacă se constată alungiri neuniforme (care depășesc 5 mm) fasciculul se desface și se va relua operația de pretensionare.

Alunecarea sîrmelor în ancoraj la blocare se determină în cursul descărcării presiunii din cilindrul presei de pretensionare, prin măsurarea deplasării unor repere trasate pe sîrmele fasciculului în raport cu un punct fix de pe piesa de beton sau de pe corpul presei, după blocarea fasciculului în ancoraj, scăzînd alungirea sîrmelor datorită tensionării.

Dacă sînt lunecări mai mari cu 50% decît cele prevăzute, pretensionarea se va opri și se verifică ancorajele.

3. Realizarea aderenței armăturilor postîntinse și protecția lor împotriva coroziunii

La elementele postîntinse, după terminarea operației de tensionare a armăturilor, este obligatorie protecția armăturii și ancorajelor prin injectare, torcretare sau betonare, în maximum 15 zile de la pretensionare, respectiv 60 zile de la montarea armăturii în cofraj.

În mediu agresiv armătura va fi protejată în maximum 7 zile de la aducerea acesteia la punctul de lucru (la temperaturi cuprinse între + 5 și + 30°C. În medii puternic agresive nu se admite pretensionarea pe șantier.

Protejarea armăturii se face prin injectare cu pastă de ciment (ciment + apă) sau mortar de mare fluiditate, pentru a permite umplerea completă a spațiilor dintre sîrme, precum și dintre acestea și pereții canalului (tecii).

a. **Amestecul de injectare.** Amestecul pentru injectare se prepară din cimenturile P 40, P45 (STAS 388-80), cimenturile H35 sau SR35 (STAS 3011-83) sau cimenturile produse conform NTR 1511-83 respectiv NTR 1512-83. Pentru îmbunătățirea caracteristicilor se pot utiliza plastifianți (DISAN, LSC, REPLAST, FLUBET). În ultimul timp se utilizează aditivul expansiv ADEX.

Pentru stabilirea amestecului optim se fac probe pe cel puțin două cimenturi, cu sau fără adaosuri de aditivi plastifianți (cu excepția clorurii de sodiu care poate provoca fenomene de coroziune).

Prepararea se face cu agitatorul vertical cu vas (malaxor) care are o capacitate utilă de 100 l și poate efectua o malaxare mecanică cu circa 1 500 rot/min cu durata de 5 apoi 3 min, cu o pauză între malaxări de 10 min.

Din malaxor amestecul trece printr-o sită cu ochiuri de 1—2 mm în rezervorul din care aspiră pompa de injectare; rezervorul este prevăzut cu un dispozitiv de malaxare manuală (maximum 100 rot/min) care este acționat cu intermitență.

Timpul de la începerea preparării și pînă la injectare nu va depăși 1 h.

b. **Probe pentru determinarea caracteristicilor amestecului de injectare.** Amestecul de injectare este supus probelor de fluiditate, sedimentare și de rezistență la compresiune după întărire.

Fluiditatea se determină prin măsurarea timpului de scurgere a amestecului prin pîlnia metalică etalon.

Proba se face după 7 min de la terminarea malaxării. De regulă, fluiditatea este cuprinsă între 25 și 35 s.

Sedimentarea se determină prin măsurarea cantității de apă care se separă din amestecul de injectare dintr-un cilindru gradat de sticlă de 500 ml (STAS 4095-68). După 2 h cantitatea de apă separată nu trebuie să depășească 10 ml la malaxarea mecanică, iar după 24 h trebuie să se resoarbă (se face și o probă de înclinarea cilindrului).

Rezistența la compresiune se determină pe cuburi cu latura de 7,0 cm sau 10 cm, în condițiile STAS 1275-81.

c. **Efectuarea injectării cu pompe de injectare** (cu membrană, arc sau piston). Înainte de injectare se va proceda la spălarea canalului, precum și la verificarea etanșeității și continuității lui prin prementinerea unei presiuni de 4 at, timp 3—5 min, a apei din canal sau a aerului comprimat, apoi apa se elimină prin orificii de scurgere în punctele cele mai de jos ale canalului (operația se face cel puțin cu 15 min înainte de injectare la canale căptușite și 90 min la cele necăptușite).

Injectarea se face prin axa ancorajului și prin teuri de injectare amplasate în partea de jos a canalelor (la 20—30 m) la fasciculele orizontale.

La fasciculele verticale, injectarea se face în axa ancorajului de la partea inferioară a fasciculului și prin teuri de injectare și de reinjectare (la partea superioară a canalelor) și între bolțuri.

Injectarea se face lent, iar orificiile se astupă numai după ce amestecul a ajuns în dreptul lor. La terminarea injectării, se astupă toate orificiile și se menține presiunea de 3 at timp de 3 min. După 45 min se va face o reinjectare după aceleași reguli (la canale mari se fac două reinjectări). La 24 h după terminarea operației de injectare toate golurile rămase la orificiile de injectare, golire sau control vor fi umplute cu mortar de ciment. Pentru injectare se întocmește o fișă conform tabelului VI.8.

Pe timp friguros se respectă condițiile prevăzute în normativul C. 21-85.

d. **Protejarea armăturii.** Aceasta operaţie se face prin injectare, betoane și torcretare, conform normativului C. 21-85.

Tabelul VI.8. **Fișa de injectare**

Întreprinderea executantă Șantierul													Punctul de lucru						
Utilaj de injectare-malaxare													Pompă, tip						
				Modul de curățare ceanal			Compoziția și caracteristicile amestecului de injectare la introducerea în canal						Caracteristicile amestecului la ieșirea din canal						
Data și ora de începere a injectării	Temperatura [°C]	Elementul	Fascicului nr.			Ciment (calitatea) [kg]	Apă [l]	Nisip [kg]	Aditivul (felul) [kg]	Fluiditate [s]	Sedimentare [ml]	Rezistență la compresiune după 7 zile (N/mm²)	Fluiditate [s]	Sedimentare [ml]	Rezistență la 7 zile [N/mm²]	Sfîrșitul injectării [h]	Începutul reinjectării [h]	Observații
15.10.85 ora 9	+9	G III 3	C_5	Da	—	P 40 (250)	80	—	—	28	6	27,5	25	6	26,0	9,20	10,15	Nici un incident

4. Reguli pentru protecția muncii

Pentru eviterea accidentelor, în timpul lucrului se vor respecta regulile de tehnica securității, specifice locului de muncă, utilajelor și tehnologiilor folosite.

Înainte de începerea tensionării propriu-zise se va controla armătura pe toată lungimea (pe stand sau tipar) în scopul depistării eventualelor puncte care ar putea produce ruperi spontane (suduri, corodări, fisuri, înnădiri slabe, îndoiri puternice etc.).

Ancorajele se vor verifica dacă nu au uzuri accentuate, fisuri etc. Locul de pretensionare devine zonă interzisă accesului pentru personalul neangajat în efectuarea pretensionării.

Pe tipare se vor așeza traverse de protecție.

În afara standului și tiparului la capete se vor așeza la distanțe convenabile ecrane protectoare solide care să prevină accidentele din scăpările din bacuri ale utilajelor, ruperii firelor sau altor defecțiuni neprevăzute.

Nu este permis accesul în timpul tensionării pe traiectul firelor. Tensionarea va fi astfel concepută ca operatorii-tensioniști să nu fie plasați în dreptul unor fire sub tensiune.

Firele tensionate (blocate)vor fi protejate la capete cu ecrane mobile.

Axul presei va fi întotdeauna paralel cu axele firelor care se tensionează sau să coincidă cu acestea.

După tensionare nu se vor lăsa capete de fire mai lungi de 0,50 m. Nu se va lucra cu utilaje defecte care prezintă scurgeri de lichid sau care nu sînt verificate și omologate. Presele vor avea ecrane de protecție.

În timpul confecționării armăturii se vor lua măsuri de protecție la toate utilajele cu piese în mișcare, precum și pentru prevenirea, lovirea din manipulare, îndoiri, fasonări etc. prin ecrane.

Preselor și utilajelor utilizate, înainte de folosire, li se vor face probe de funcționare (cursa de tensionare, blocare, revenire, etanșare, suprapresiune), probe de durată cu funcționarea sub încărcări și în gol, probe de omologare (dacă nu au certificat de calitate și documentație de omologare).

Muncitorul sau personalul care participă la tensionare va fi instruit pentru protecția muncii, întocmindu-li-se fișele de protecția muncii. Se vor respecta următoarele norme : Norme republicane de protecția muncii, aprobate de Ministerul Muncii și Ministerul Sănătății cu nr. 34/1975, Norme de protecția muncii aprobate de Ministerul Construcțiilor Industriale, nr. 7N/1970 și N.P.I.-1977.

Capitolul VII

REGULI DE ARMARE A ELEMENTELOR DIN BETON ARMAT ŞI BETON PRECOMPRIMAT

A. REGULI PENTRU ELEMENTE DIN BETON ARMAT, ARMATE CU BARE

1. Reguli generale, definiţii

Oţelurile folosite în elementele din beton armat poartă denumirea generică de „armături" întrucît întăresc sau armează secţiunile de beton armat făcîndu-le capabile să suporte eforturi mari longitudinale de întindere, să sporească capacitatea secţiunilor de beton pentru a prelua eforturi de compresiune sau de a rezista la eforturile date de aşa-numitele forţe transversale sau tăietoare.

a. **Clasificări.** Armăturile se definesc după anumite criterii (tipul oţelului, rolul armăturii în elementele de beton armat şi beton precomprimat etc.).

Din punctul de vedere al rigidităţii, armăturile se împart în *armături flexibile* formate din bare de oţel-beton (fig. VII.1) şi *armături rigide* alcătuite din profile laminate la cald.

Din punctul de vedere al rolului armăturilor în elementele de beton armat acestea se împart în: *armături de rezistenţă* (armături principale, longitudinale); *bare ridicate* (bare înclinate); *armături de repartiţie* (armături secundare); *armături transversale* (etrieri, frete etc.), *armături de montaj* (sau armături ajutătoare).

Armăturile betonului precomprimat se împart în *armături pretensionate*, formate din oţeluri de înaltă rezistenţă în care se introduc eforturi de pretensionare mari, şi *armături nepretensionate* din oţel-beton obişnuit similare cu armăturile din elementele de beton armat.

Armăturile care nu rezultă dintr-un calcul de rezistenţă se numesc *armături constructive*.

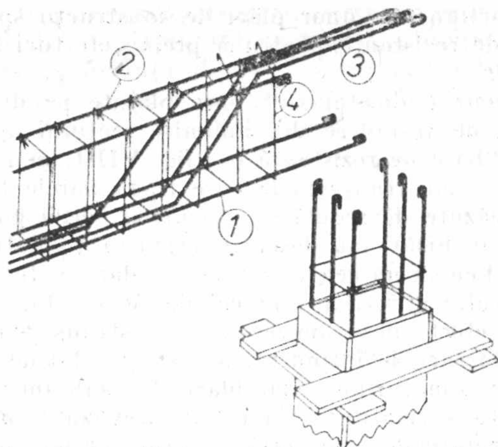


Fig. VII.1. Marcarea armăturilor:
①, ②, ③, ④, — mărci de oțel-beton.

Din punctul de vedere al aderenței cu betonul armăturile se împart în *armături cu profil periodic, armături netede* etc.

Se mai întîlnesc denumirile: *armături cu ciocuri* și *armături fără ciocuri, plase legate* sau *plase sudate,* precum și *carcase legate* sau *carcase sudate.*

Din punctul de vedere al gradului de industrializare, armăturile folosite sînt sub formă de *bare izolate* care se asamblează în cofraj sau sub formă de *carcase legate* sau *plase și carcase sudate prefabricate.*

Prelucrările pe care le suportă barele izolate sînt, de regulă, îndoiri, formări de ciocuri, asamblări prin legare, asamblări prin sudare, preasamblări în atelier, prelucrări de completare în cofraj etc.

Din punctul de vedere al elementelor la care sînt destinate armăturile, acestea sînt denumite *armături pentru: plăci plane, plăci curbe, grinzi, stîlpi, arce, console, pereți, fundații* și *armături pentru construcții speciale: rezervoare, castele de apă, turnuri de răcire, coșuri, elemente spațiale, stîlpi LEA* etc.

b. **Definiții.** *Armăturile de rezistență* au rolul, de regulă, de a prelua în primul rînd eforturile de întindere care se produc în zonele întinse în elementele încovoiate (grinzi, plăci, elemente speciale etc.) și apoi de a mări capacitatea de rezistență la compresiune a zonelor comprimate a secțiunilor de beton armat (stîlpi, grinzi, plăci etc.) sau la alte solicitări.

Elementele comprimate excentric (cu eforturi de compresiune și eforturi de încovoiere, cum sînt stîlpii cadrelor, secțiunile arcelor, riglele cadrelor de beton armat), elementele întinse sau întinse excen-

tric (tiranți, porțiuni ale unor plăci de construcții speciale etc.) folosesc armătură de rezistență pentru a prelua eforturi de întindere sau de compresiune.

Barele înclinate (ridicate) sînt bare plasate pe direcția eforturilor celor mai mari de întindere din anumite secțiuni ale elementelor și sînt desigur tot bare de rezistență (v. fig. VII.1, marca ③).

Etrierii sînt rame transversale care leagă barele longitudinale din oțel-beton, prevăzute de regulă cu ciocuri. Etrierii pot fi închiși (sub formă de ramă închisă) sau deschiși (ramă fără o latură). Etrierii închiși pot fi legați cu sîrmă neagră sau prin sudare (v. fig. VII.1 marca ④).

De regulă, rolul etrierilor este cel de rezistență, pentru preluarea unei părți din eforturile transversale din stîlpi, grinzi, arce, cadre, sub formă de eforturi de întindere, dar au și rolul de asigurare a conlucrării tuturor armăturilor, asamblării lor sub formă de carcasă și menținerii poziției armăturilor la cotele prevăzute în proiect.

Întreaga armătură din elementele de beton armat poate fi socotită ca armătură de rezistență.

Armătura folosită cu scopuri speciale, pentru preluarea eforturilor din temperatură, din contracția betonului, pentru reducerea efectului fisurării etc. poate fi considerată atît ca armătură de rezistență, cît și ca armătură constructivă.

Armătura, prin structura ei, este destinată a prelua eforturi de întindere, astfel de armătură fiind specifică elementelor încovoiate (grinzi, plăci, stîlpi încovoiați etc.) ; dar armătura poate prelua și eforturi de compresiune, împreună cu betonul din zonele comprimate (stîlpi, zonele comprimate ale grinzilor etc.).

Eforturile transversale din elemente sînt suportate tot de armături, care au capacitatea de a prelua eforturi de întindere.

Armătura constructivă este armătura care nu rezultă în mod obișnuit dintr-un calcul de rezistență.

În categoria armăturilor constructive se consideră *armătura de repartiție* a plăcilor armate pe o singură direcție al cărei rol principal este cel de a asigura conlucrarea de ansamblu a armăturii (repartizînd egal barele de rezistență), punîndu-se un număr de bare pe metru liniar de placă la o distanță maximă fixată prin proiect și care desigur a fost justificată prin încercări multiple. Se știe că această armătură are și rol de rezistență, dar întrucît proiectantul nu trebuie să respecte decît reguli constructive pentru prevederea ei în proiect (număr de bare pe metru transversal de placă, mărimea diametrului barelor, distanțele dintre bare etc.) se numește și armătură constructivă.

Armătura de montaj intră în categoria armăturilor constructive și este formată din bare longitudinale care asigură montajul armă-

turii în grinzi sub formă de carcasă, păstrînd poziția etrierilor (v. fig. VII.1, marca ②). Tot ca armătură de montaj trebuie socotite și *agrafele* care păstrează distanța dintre barele longitudinale ale stîlpilor cînd acestea nu sînt legate de etrieri, sau cînd etrierii nu au suficientă rigiditate pentru păstrarea geometriei carcasei stîlpului.

Ancorarea armăturii în beton este o condiție a asigurării conlucrării dintre beton și armătură.

Barele cu profil periodic întinse se ancorează și prin profilul oțelului care asigură pe lîngă aderența obișnuită a oțelului de beton, prin pătrunderea laptelui de ciment în asperitățile nevizibile ale barelor de oțel-beton, și o aderență prin încleștare, care se opune tendinței de lunecare a barelor prin efectul de pană dat de nervuri ; în ultimă instanță există și frecarea care se opune alunecării barelor după ce a fost învinsă aderența prin încleștare.

Ciocurile sînt mijloace de îmbunătățire a ancorării în beton a armăturilor, fiind realizate fie sub formă de ciocuri în unghi drept la capetele barelor din oțelurile cu profil periodic, fie sub formă de ciocuri cu îndoire la 180°, de regulă la oțelurile netede.

Barele comprimate pot rămîne și fără ciocuri.

Modul de confecționare a ciocurilor se arată la fasonarea armăturii.

Înclinarea armăturilor (poziționarea barelor de rezistență pe o secțiune înclinată) este necesară atît pentru trecerea armăturilor spre zona întinsă a elementului de la fața opusă, cît și pentru preluarea eforturilor transversale din forțele tăietoare din combinarea lor cu cele de încovoiere sub formă de bare supuse la întindere la elementele liniare (grinzi, noduri de cadru, console etc.). La grinzi, barele înclinate se numesc și bare ridicate deoarece trecerea barelor longitudinale la partea superioară se face prin ridicarea (îndoirea) barelor.

Forțele tăietoare sînt preluate și prin etrieri, care se pun îndesiți în zona cu forțe tăietoare mari.

Armăturile pretensionate sînt armături de înaltă rezistență, care sînt supuse unor eforturi inițiale mari de întindere, la execuția elementelor, fie prin întinderea lor pe stand la elementele la care după transfer se asigură precomprimarea acestora prin ancorarea prin aderență în beton, fie prin întinderea lor prin golurile lăsate în elemente ; precomprimarea elementelor se asigură prin blocarea armăturii întinse în ancorajele de la capătul elementelor (v. cap. VI, B).

Armăturile folosite la pretensionare sînt armături de înaltă rezistență (v. cap. III și STAS 6482-/2-80, STAS 6482/3-80 și STAS 6482/4-80)

În elementele de beton precomprimat, în opoziție cu armăturile pretensionate, restul armăturilor se numesc *armături nepretensionate*.

c. **Reguli generale.** Pentru a se ușura execuția armăturilor, proiectantul trebuie să țină seama de următoarele reguli generale:

1) Se va alege un număr cît mai mic de bare.

2) Pentru ca barele să nu fie confundate, diferența dintre diametre trebuie să fie de cel puțin 2—4 mm pentru a fi deosebite cu ochiul liber.

3) Diametrul armăturilor fasonate nu se va reduce sub 5 mm (cu excepția plaselor sudate), pentru ca acestea să-și păstreze la turnare poziția din proiect.

4) La proiectare trebuie să se țină seama de toleranțele de execuție.

5) Nu se vor folosi, ori de cîte ori este posibil, bare prea groase, care se fasonează greu și au o ancorare în beton mai slabă decît barele subțiri și nu asigură ductilizarea betonului.

6) Nu se vor folosi bare flotante care nu asigură ancorarea corespunzătoare în beton.

7) Pentru armăturile de rezistență se vor folosi bare cu profil periodic, preferabil de calitate PC 60.

8) Pentru elementele plane se vor prefera plase sudate uzinate din sîrme cu profil periodic.

9) La cotarea armăturilor și stabilirea mărcilor pentru bare se va ține seamă de posibilitatea industrializării execuției armăturilor, stabilind mărci comune pentru bare de același diametru și cu același mod de fasonare.

10) Ori de cîte ori este posibil se vor folosi carcase sudate sau preasamblate prin legare.

11) Armăturile vor fi prevăzute cu un număr cît mai redus de îndoiri.

12) Pentru zonele seismice se va ține seama de condiții speciale de armare specifice acestor zone.

Fasonarea și montarea carcaselor de armături și a plaselor sudate se face pe baza prevederilor proiectului și a fișelor de debitare și fasonare, respectînd cu strictețe dimensiunile prevăzute în proiect.

Barele tăiate și fasonate vor fi depozitate în pachete și etichetate conform simbolurilor din fișe. Scopul împachetării și etichetării este de a se face identificarea lor ușoară și de a asigura păstrarea formei și a curățeniei pachetului de armături.

Dacă în proiect nu sînt suficiente date asupra modului de fasonare se vor respecta următoarele indicații generale:

1) *Barele netede solicitate la întindere vor avea, de regulă, ciocuri semicirculare.*

2) *Armăturile legate de la partea superioară a plăcilor pot fi prevăzute cu ciocuri la 90°.*

3) *La înglobarea barelor longitudinale a stîlpilor în fundații se vor prevedea îndoiri la 90°.*

4) Barele cu profil periodic, care necesită și ciocuri terminale (bare întinse) se vor prevedea cu ciocuri la 90°.

5) Se execută fără ciocuri : barele cu profil periodic și netede comprimate, barele plaselor și carcaselor sudate, la care aderența se asigură prin conlucrarea spațială a întregii armături, barele din zonele cu solicitări reduse, care sînt folosite pe considerente constructive.

6) Barele înclinate trebuie să aibă la capăt o porțiune dreaptă de minimum 20 d în zonele întinse și de 10 d în zonele comprimate (d fiind diametrul barei).

7) La proiectarea armăturilor se vor avea în vedere și posibilitățile de poziționare a armăturii, prin distanțieri (cel puțin 3 la fiecare metru pătrat de plasă sau perete), cel puțin 1 la fiecare metru liniar de grindă sau stîlp), prin capre de oțel-beton dispuse la 50 cm pentru partea superioară a plăcilor în consolă și la 100 cm pentru restul plăcii.

8) Plăcuțele metalice și praznurile înglobate vor fi de regulă fixate prin sudură de armătură sau legate de cofraj pentru corecta poziționare a lor la betonare.

9) Legarea armăturii este obligatorie la toate încrucișările armăturilor pentru a asigura efectul spațial de plasă sau carcasă și pentru poziționarea corectă a armăturii.

10) Plasele sudate se folosesc la elementele plane solicitate static cu armătură de rezistență sau pentru preluarea eforturilor din contracție și temperatură.

11) Nu se vor pune în operă plase în rulouri care nu au fost în prealabil îndreptate sau plase care nu sînt plane sau au noduri de sudură desfăcute (mai mult decît permit condițiile de livrare).

12) Poziția înnădirilor se stabilește numai cu acordul inginerului care conduce lucrările de execuție care va ține seama ca secțiunea aleasă pentru înnădire să fie slab solicitată și va respecta condițiile privind asigurarea continuității și aderenței armăturii în beton.

13) Pentru execuția armăturilor este obligatorie asigurarea stratului de acoperire cu beton care este o condiție obligatorie privind asigurarea conlucrării armăturii cu betonul și a protecției armăturilor contra acțiunilor corosive.

14) Înlocuirea armăturilor prevăzute în proiect se admite numai cu respectarea următoarelor condiții :

— aria armăturii înlocuite să fie egală sau cel mult cu 5% mai mare decît cea prevăzută în proiect ;

— diametrul barelor să nu difere cu mai mult de ±25% ;

— înlocuirea barelor cu alt tip de armătură (altă calitate de oțel) se face numai cu avizul proiectantului.

15) *Nu se admite la turnare îngrămădirea armăturilor, deformarea acestora sau schimbarea dimensiunilor elementului prin lipsa de rigiditate a cofrajului.*

d. **Exemple de citire a planurilor.** Planul de armare (v. cap. I) trebuie să conțină vederi laterale și secțiuni transversale considerîndu-se că betonul este transparent, fiind marcat numai conturul său (conturul elementului de beton armat). La vederile laterale armăturile se consideră proiectate pe fața din spate a elementului. Pe aceste planuri sînt date dimensiunile elementului, configurația armăturilor, diametrul barelor, lungimile părților fasonate ale armăturilor, numărul de bare, distanța dintre bare, colțurile caracteristice etc. Fiecare armătură caracteristică poartă o marcă și este extrasă din element și desenată separat cu toate cotele.

Planurile trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

1) *Planurile de armare pentru obiectul care se execută trebuie să conțină denumirea obiectivului, nivelul (etajul) la care se referă și celelalte elemente necesare identificării.*

2) *Elementele care urmează a fi executate la un obiect trebuie să fie complet înseriate, purtînd indicative din litere și numere, conform regulilor de desen (v. cap. I) pentru a se identifica ușor armătura ce se fasonează pentru fiecare element, pentru a nu se executa armătură în plus sau a se omite execuția unor armături.*

Astfel, toate fundațiile, stîlpii, la un anumit nivel, grinzile, nervurile, plăcile, pereții, elementele secundare etc. vor avea indicative separate distincte care să nu dea naștere la confuzii. Este necesar ca înainte de a se trece la organizarea lucrului să se facă liste complete cu seria și indicativele tuturor elementelor și să se completeze fișele de debitare și fasonare a armăturilor.

Înainte de a începe lucrul propriu-zis, meșterii și șefii de echipă trebuie să cunoască toate datele necesare. În cazul neclarităților sau lipsurilor din proiecte, nu se va trece la debitarea și fasonarea armăturii pînă nu se lămuresc în detaliu toate datele care nu rezultă cu claritate din planuri ; se trece la completarea acestora pe baza discuțiilor și lămuririlor cu inginerul responsabil de execuția lucrării.

Șeful de echipă va avea mai întîi o reprezentare clară asupra modului în care va fi pusă armătura în operă, la întregul obiectiv, asupra ordinei de execuție a armăturii, întocmind o documentație completă asupra întregului lot de armături ce-l are de fasonat.

Planurile de armare ale unui element trebuie să conțină toate datele pentru poziționarea armăturii și pentru fasonarea fiecărei bare, astfel (v. cap. I) :

1) *Vederea laterală* conține dimensiunile elementelor din beton armat, poziția armăturii, avînd marcate barele de rezistență, numărul barelor din aceeași secțiune și același rînd, marca armăturii, diametrul armăturilor, distanța dintre etrieri sau între barele de repartiție, poziția barelor înclinate și a barelor de montaj, acoperirea cu beton.

2) *Secțiunile transversale* conțin poziția barelor longitudinale de rezistență, a barelor de montaj, etrierilor etc. cu indicarea dimensiunilor secțiunii transversale, diametrului barelor, distanțelor dintre bare, numărul de rînduri pe care se găsește armătura.

3) *Diametrul fiecărei bare* caracteristice se extrage și se redesenează separat (v. cap. I) paralel cu poziția barei în element : desenul conține lungimile în centimetri ale fiecărei porțiuni drepte (considerate între colțurile axelor barelor), lungimea totală, tipurile de ciocuri, diametrul barei, în milimetri, simbolul oțelului (de exemplu 30∅OB 37) și marca barei. La desenele pe care nu este trecută calitatea oțelului se înțelege că oțelul este de calitatea OB 37.

4) *Vederea de sus* este folosită pentru indicarea poziționării în plan a armăturii elementelor plane, indicîndu-se distanțele dintre bare, respectiv numărul și diametrul barelor pe metru liniar, inclusiv calitatea de oțel.

Pentru a se exemplifica cum se citesc planurile, în continuare se dau o serie de exemple.

Exemplul 7. *Cuzinetul (fundația) unui stîlp din beton armat.* În figura VII.2 este reprezentat cuzinetul din beton armat cu dimensiunile în plan de 125 × 150 cm, rezemat pe o fundație din beton simplu.

Detaliile figurii reprezintă ;

1) Vederea în perspectivă a cuzinetului de formă prizmatică din care se văd ieșind 6 mustăți prevăzute cu ciocuri (fig. VII.2, *a*).

2) Vederea de sus a tălpii cuzinetului care este armat cu o plasă de bare legate și anume pe o direcție sînt 9 ∅14 bare și pe cealaltă direcție 11 ∅ 14 ceea ce înseamnă că pe latura de 125 cm sînt 11 bare așezate la intervale de 15 cm, iar pe cealaltă direcție sînt 9 bare la intervale de 9 cm, respectiv 10 cm, între ele.

Barele de pe latura scurtă a cuzinetului au marca ①, iar cele de pe latura lungă au marca ②, (fig. VII.2, *b*).

Fiecare marcă de armătură este desenată avînd figurate ciocurile semicirculare și trecute următoarele dimensiuni : lungimea dreaptă a barelor care este de 95 cm la marca ① și de 120 cm la marca ② ; lungimea totală a barelor este de 115 cm la marca ① deci mai lungă cu 20 cm, ce reprezintă lungimea necesară confecționării celor două ciocuri (aproximativ 2 × 7 *d*), și numărul total de bare pentru fiecare marcă.

Se remarcă că ciocurile se pun în sus.

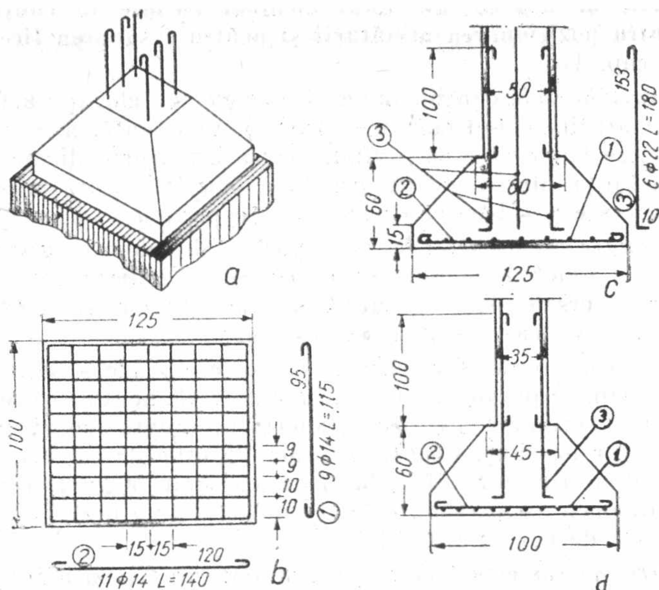


Fig. VII.2. Cuzinet din beton armat, vedere în perspectivă și planuri de armare.

3) Secțiunea verticală făcută paralel cu latura lungă a cuzinetului (fig. VII.2, *c*). Din acest desen se văd: dimensiunile în plan vertical ale cuzinetului, poziția pe care o are plasa de armare din cuzinet și poziția mustăților, precum și desenul în detaliu al mărcii ③, ce reprezintă mustățile. La desenul mustății (marca ③), sînt trecute la fel ca la celelalte armături lungimea părților drepte (153 cm) inclusiv a ciocului drept îndoit la 90° (de 10 cm), cît și lungimea totală (180 cm), și numărul barelor (6 Ø22).

Pe aceeași secțiune este trecută și poziția armăturilor din stîlpi care se vor petrece cu mustățile pe o lungime de 100 cm (aproximativ 45 *d*).

În ceea ce privește plasa de la baza cuzinetului se observă din acest desen că barele lungi (marca ②) au ciocurile în sus și sînt puse sub barele scurte (marca ①) care în secțiune se văd numai ca niște puncte.

4) Secțiunea verticală făcută paralel cu latura scurtă (fig. VII.2, *d*). Din acest desen se văd: dimensiunile cuzinetului în secțiune, așezarea barelor plasei din cuzinet la care marca ① se vede în întregime cu poziția ciocurilor, iar marca ② se vede sub formă de puncte.

Exemplul 8. *Armarea plăcilor din planșeu, cu armătura pe o singură direcție și cu armătură pentru preluarea momentelor negative de pe reazeme.* Modul de armare a fost arătat la cap. I (v. fig. I.12) din care se vede atît armarea pe o direcție cu bare drepte, bare ridicate, călăreți și bare de repartiție cît și armarea încrucișată a plăcilor.

În figura VII.3 se arată două modalități de fasonare a armăturii și anume în desenul *a* barele de rezistență sînt de două tipuri, marca ① și marca ②; în cîmpul plăcii se trece numărul de bare pe metru liniar (de exemplu 6 Ø 6 mm/m), număr

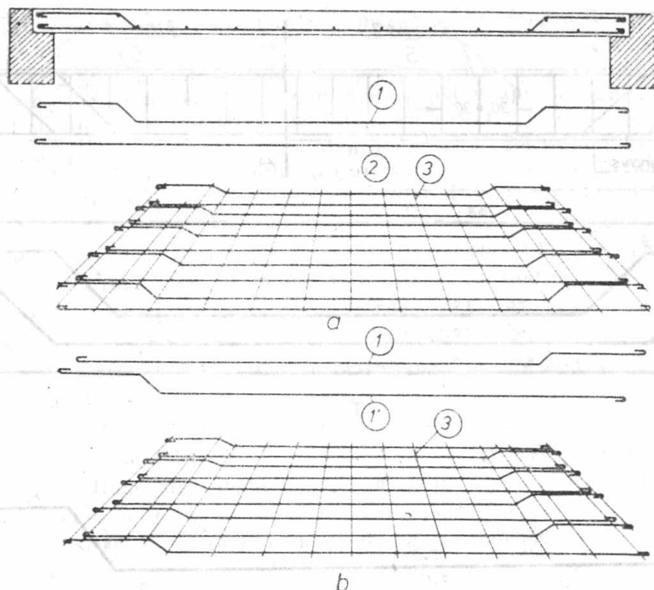


Fig. VII.3. Armarea plăcilor din beton armat cu armătura de rezistență pe o singură direcție.

realizat de cele două mărci ① și ②, dar pe reazeme se ridică numai barele de marcă ①, barele de marcă 2 sînt continuate cu bare drepte pînă pe reazem avînd ciocuri semicirculare în sus.

Barele de repartiție sînt cele indicate cu marca ③.

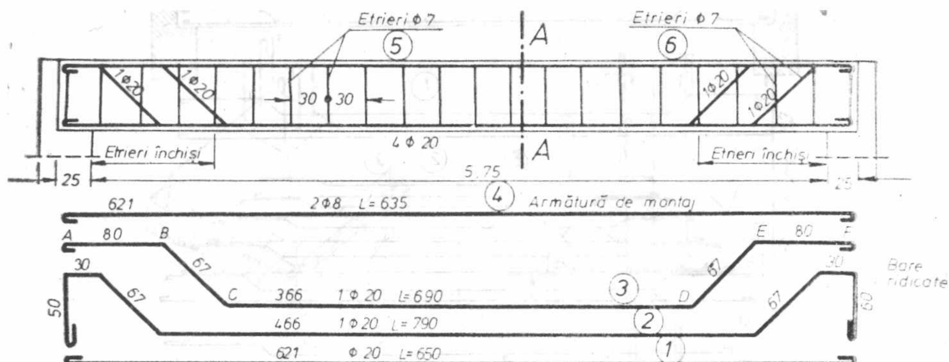
În desenul *b* se arată că se poate folosi o singură marcă de armătură ① pusă alternativ cu un capăt ridicat spre stînga marca ①′ apoi spre dreapta marca ①.

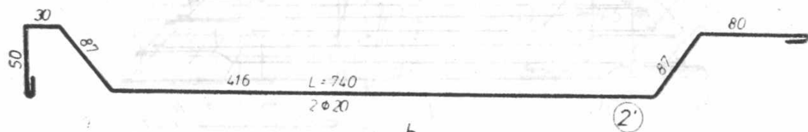
La plase sudate armarea se face cu plase separat pentru zona întinsă din cîmpul plăcii și separat pentru zonele întinse de pe reazem.

La plasele legate ridicarea barelor pe reazem se poate face și direct pe cofraj cu chei speciale, barele fiind însă debitate la lungimea totală a mărcii ② din desenul *a* sau a mărcii ①′.

În secțiunea transversală barele de repartiție se văd sub formă de puncte și se așază peste armătura de rezistență ; această armătură se numește de repartiție deoarece prin legare de armătura de rezistență o repartizează pe aceasta în mod uniform conform prevederilor din proiect.

Exemplul 9. *Armarea unei grinzi simplu rezemate.* În figura VII.4, *a*, *b*, *c* se arată armarea unei grinzi. Se constată că astfel de grinzi au armătura de rezistență formată în cîmp din 4 bare ⌀ 20 mm alcătuite diferit, două sub formă de bare drepte ①, una sub formă de bară ridicată pe reazem și cu îndoire pentru a asigura lungimea minimă de ancorare ② și una sub formă de bară dreaptă ridicată care are o lungime de ancoraj suficientă, la partea superioară întinsă ③.





SECȚIUNEA A-A

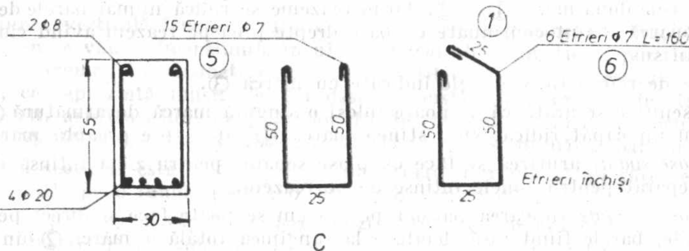


Fig. VII.4. Planul de armare a unei grinzi care preia momente negative pe reazeme.

Marca ④ reprezintă barele de montaj alcătuite de 2 Ø 8 și care au rolul de a păstra distanțele dintre etrieri și a asigura conlucrarea în ansamblu a armăturii, marca ⑤ reprezintă etrieri deschiși (cu 3 laturi) care sînt poziționați în zona centrală a grinzii care nu are forțe transversale (tăietoare) mari, iar marca ⑥ reprezintă etrieri închiși (cu 4 laturi) ce sînt prevăzuți la capetele grinzilor unde forțele transversale sînt mari, pe o porțiune de cel puțin dublul înălțimii grinzii.

În secţiunea $A-A$ se vede poziţia armăturii de montaj şi de rezistenţă, precum şi conturul etrierului.

Mărcile ② şi ③ pot fi înlocuite printr-o singură marcă ②′ care se aşază alternativ cu bara cu îndoire de reazem la un capăt şi apoi la celălalt (fig. VII.4, *b*). Astfel se simplifică fasonarea, dar poate da naştere greşelilor de montaj.

Fierarul betonist trebuie să fie atent la poziţia ciocurilor: barele au ciocurile de regulă îndreptate spre interiorul grinzii pentru ca şi capetele ciocurilor şi ciocul ca atare să se ancoreze ferm în masa betonului. Pentru regiuni seismice ancorarea aceasta este foarte importantă.

Exemplul 10. *Plan de armare a unui stîlp cu secţiunea pătrată, la parter* (fig. VII.5). Caracteristic pentru armarea stîlpului este asigurarea continuităţii cu fundaţia care se realizează prin mustăţi marca ① şi cu stîlpul de la etajul I care se realizează prin armăturile cu mărcile ③.

Etrierii se aşază la 33 cm; în fiecare secţiune sînt cîte 2 etrieri închişi: etrieri de contur marca ⑤ ce poziţionează armăturile de colţ şi etrieri de interior care poziţionează armăturile longitudinale de pe laturile stîlpului, marca ⑥.

Pentru regiuni seismice etrierii se îndesesc spre capetele stîlpilor conform proiectului.

Stîlpii cu secţiune dreptunghiulară pot avea în loc de doi etrieri în aceeaşi secţiune un etrier şi o agrafă în formă de S (fig. VII.6).

In regiuni seismice nu se recomandă folosirea agrafelor.

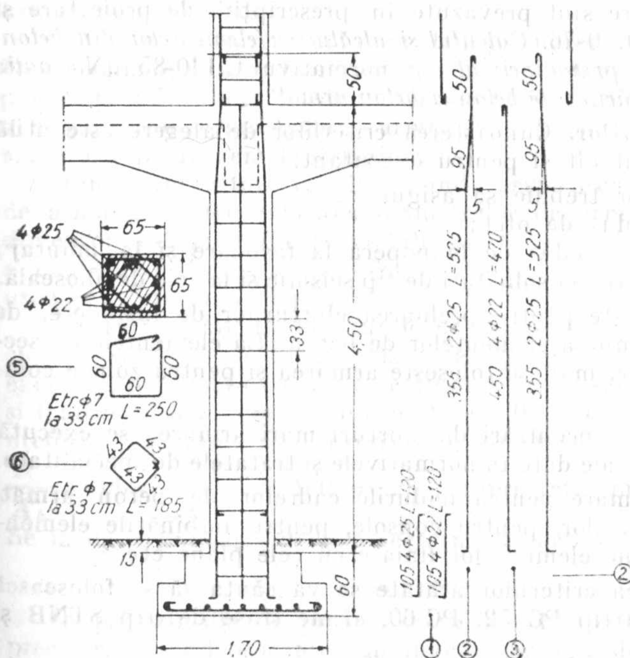


Fig. VII.5. Planul de armare a unui stîlp de parter cu secţiunea pătrată.

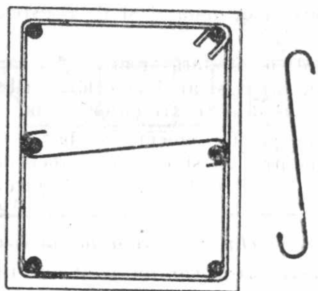


Fig. VII.6. Agrafă și poziția ei în secțiunea unui stîlp din beton armat.

2. Condiții generale de armare

Unele criterii pentru armarea elementelor din beton armat pe care le ia în considerare proiectantul au fost deja arătate în paragraful 1.

Armarea elementelor de beton rezultă de regulă dintr-un calcul de rezistență pe baza căruia se stabilește aria armăturii în zonele întinse sau comprimate ale secțiunilor.

Regulile de armare sînt prevăzute în prescripțiile de proiectare și execuție: STAS 10107/0-76. *Calculul și alcătuirea elementelor din beton, beton armat și beton precomprimat*" și normativul C.140-85 „*Normativ pentru executarea lucrărilor de beton și beton armat*".

a. **Alegerea oțelurilor.** Cunoașterea criteriilor de alegere este utilă atît pentru proiectant cît și pentru executant.

Alegerea oțelurilor trebuie să asigure:

— un consum redus de oțel;

— un consum mai redus de manoperă la fasonare și la montaj;

— comportarea bună la solicitări de tip seismic și la cele de oboseală.

Armarea se folosește pentru preluarea eforturilor de întindere, de forfecare sau de torsiune a elementelor de beton. La elementele cu secțiuni reduse și eforturi mari se folosește armarea și pentru zonele comprimate.

Pentru zonele cu concentrări de eforturi mari armarea se execută după unele reguli speciale date în normativele și tratatele de specialitate.

Sînt reguli de armare pentru nodurile cadrelor de beton armat, pentru reazemele grinzilor, pentru console, pentru îmbinările elementelor, pentru legăturile elementelor liniare cu cele plane etc.

Pentru satisfacerea criteriilor arătate se va căuta să se folosească oțeluri superioare de tip PC 52, PC 60, sîrme trase de tip STNB și STPB etc.

Pentru mărirea gradului de industrializare și respectiv pentru reducerea manoperei de confecționare și montaj se vor folosi ori de cîte ori este posibil, plase sudate, carcase sudate sau legate etc.

Desigur, apar și restricții în utilizarea unor oțeluri ; astfel oțelul OB 37 se va folosi ca armătură constructivă la elementele slab armate sau la elementele supuse la vibrații, șocuri, oboseală etc.

Plasele sudate din sîrmă trasă, care au rezerve reduse de deformabilitate (ductilitate), nu se vor utiliza la armarea diafragmelor, la armarea elementelor supuse la oboseală sau la eforturi alternante repetate, cu excepția pistelor (dalelor pentru fundația tramvaielor sau a autostrăzilor etc.).

b. **Armări constructive și recomandări generale.** Armările constructive se folosesc de regulă fie la armarea elementelor la care prin calcul rezultă o armătură foarte redusă, fie la armarea pentru solicitări greu de explicitat printr-un calcul curent. În această ultimă categorie intră nodurile de cadru, bordările golurilor, zonele cu concentratori de eforturi, armările speciale pentru o bună comportare a elementelor la solicitări seismice, armările pentru preluarea unor eforturi din temperatură, neevidențiate prin calcule, armările la elementele la care apar eforturi mari din contracție ce ar produce fisurarea acestora fără o armare suplimentară.

Reguli de armare sînt și pentru preluarea forțelor tăietoare prin bare înclinate și armături transversale, pentru armarea elementelor supuse la torsiune, pentru asigurarea ancorărilor armăturii în beton, pentru a asigura nedeformabilitatea armăturilor la betonare, pentru trecerea armăturii pe reazemele grinzilor.

Trebuie respectate reguli privind : asigurarea unui anumit procent de armare, pentru folosirea diametrelor de armături corespunzătoare dimensiunii elementului și modului său de solicitare sau de comportare a elementelor, pentru asigurarea acoperirii cu beton a armăturii și ușoarei betonări a elementelor (v. fig. VII.8).

c. **Aria armăturii. Procentele de armare.** Aria armăturii în raport cu aria secțiunii de beton armat se exprimă în procente ; astfel, de exemplu, o grindă care are o secțiune transversală cu lățimea de 20 cm și înălțimea de 50 cm, are o arie $A_b = 50 \times 20 = 1\,000$ cm². Dacă aria oțelurilor de armare a rezultat de 20 cm² ($A_f = 20$ cm²) raportul : $\frac{A_f}{A_b} \times 100 = \frac{20}{1\,000} \times 100 = 2\%$, reprezintă procentul de armare.

Se ia de regulă aria utilă a secțiunii de beton

$$A_b = bh_0.$$

În prescripțiile de proiectare (STAS 10107/0-76) sînt date multe precizări privind procentele minime și maxime de armare.

Procentele minime de armare pentru stîlpi sînt cele din tabelul **VII.1.**

Tabelul VII.1. **Procentele minime de armare ale armăturii longitudinale în stîlpi**

Tipul de stîlp	Gradul de protecție antiseismică (GPA)				Fără solicitare seismică	
	7		6 și 6,5			
	PC 52 sau PC 60	OB 37	PC 52 sau PC 60	OB 37	PC 52 sau PC 60	OB 37
	Procentele minime de armare					
Interior	0,6	0,8	0,5	0,6	0,4	0,5
Marginal	0,7	0,9	0,6	0,7	0,4	0,5
De colț	0,8	1,0	0,7	0,8	0,4	0,5

Observație. La solicitări reduse în stîlpi procentele minime se limitează la 0,15% la gradul de protecție antiseismică GPA $\geqslant$ 7 ; 0,10% la gradul **6 și** 6,5 ; 0,075% în zone fără acțiuni seismice.

Procentele maxime ale armăturii longitudinale. Armătura longitudinală va fi de maximum 2% în zonele cu solicitări seismice și de maximum 3% la elementele fără rol de rezistență seismică.

Procentele minime pentru armarea transversală a stîlpilor. Armarea transversală a stîlpilor se face prin etrieri închiși prin sudură sau petrecere așa cum se poate urmări pe figura VII.7.

Procentele minime de armare transversală pe direcția fiecărei laturi va fi de 0,15% la gradul de protecție antiseismică GPA $\geqslant$ 7 și de 0,10% la cel cu grad de protecție antiseismică GPA $<$7. Acestea se sporesc în secțiunile de capete ale stîlpilor și grinzilor în special în zonele în care la solicitări seismice apar plastificări.

În paragrafele următoare se vor da detalii de armare.

Procentele de armare ale grinzilor. Dacă nu există considerente deosebite se recomandă utilizarea unor procente *medii* de armare față de secțiunea utilă (bh_0) a inimii de 0,6 – 1,2% ce pot fi depășite la secțiunile T cu placa comprimată.

Pe laturile întinse ale secțiunilor grinzilor și plăcilor se va prevedea cantitatea de armătură reieșită din calcul, dar cel puțin de 0,05 – 0,1% obținute prin rotunjirea în plus a procentelor de armare calculate.

La grinzile care formează *riglele de cadru* procentele minime vor fi 0,1% pentru GPA $<$ 7 și 0,15% pentru construcții cu GPA $\geqslant$ 7, iar pe reazeme pentru preluarea momentelor negative, va fi de minimum

Fig. VII.7. Distanțele dintre etrieri și stîlpi în zone seismice.

0,4 din armătura din cîmp. La partea inferioară a reazemelor armătura va fi cel puţin 0,3 din cea prevăzută în cîmp pentru GPA $< 7{,}5$ şi 0,4 pentru GPA $\geqslant 7{,}5$.

Procentele maxime de armare depind și de clasa betonului. Astfel, la grinzile supuse la solicitări seismice, procentele de armare nu vor depăși, la oțelul tip PC 1% la beton Bc 25 și 1,4% la Bc 35.

La plăci procentele de armare sînt cele arătate anterior (0,05—0,1%) obținute adesea prin rotunjirea în plus a procentelor de armare din calcul.

În afară de această condiție, la plăci sînt și foarte multe prevederi suplimentare constructive cu privire în special la numărul de bare pe metru de placă (în cîmpul plăcii, pe reazeme), lungimea minimă pe care trebuie să pătrundă armătura suplimentară în placă ($l/4$), așa cum se poate urmări pe figurile VII.3 și VII.17.

d. **Alegerea numărului și diametrului barelor de oțel-beton.** Această operație se face pe baza ariei calculate.

Pentru găsirea ușoară a barelor se poate folosi tabelul VII.2.

Tabelul VII.2. **Aria secțiunii, în cm², pentru un număr de bare**

Diametrul mm	Numărul de bare									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0,2827	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	2,98	2,26	2,54	2,83
7	0,3848	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85
8	0,5027	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,7854	1,57	2,36	3,14	3,93	4,72	5,50	6,28	7,07	7,85
12	1,1310	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,5394	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,05	15,39
16	2,0106	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
18	2,6557	5,09	7,64	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,90	24,45
20	3,1416	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
22	3,8013	7,60	11,40	15,21	19,01	22,81	26,61	30,41	34,21	38,01
25	4,9087	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
28	6,1575	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,10	49,26	55,42	61,58
32	8,0425	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
36	10,1788	20,36	30,54	40,72	50,89	61,07	81,43	81,43	91,16	101,80
40	12,5664	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,5	113,1	125,70

Dacă aria (suprafața) calculată este mai mare decît cea care se găsește în tabelul VII.2, ea se poate compara cu o suprafață obținută prin adunarea coloanelor din tabel. De exemplu, dacă aria calculată $A = 20$ cm² este echivalentă cu aria corespunzătoare a 13 bare ∅14, această arie se obține din aria a 10 bare plus cea a ariei pentru 3 bare; $A = A_{10} + A_3 = 15{,}39 + 4{,}62 = 20{,}01$ cm².

3. Diametrele minime ale barelor de armături

Suprafața totală a armăturii necesară armării elementelor de beton armat rezultă din calcule de rezistență. Armătura trebuie să fie cît mai uniform repartizată în secțiune, dar să se găsească și cît mai aproape

Tabelul VII.3. **Diametrele minime admise la elementele de beton armat monolit sau preturnat**

Categoria armăturii	Elementele de construcții și felul armăturii	Diametrul minim admis mm	Observații
1	2	3	4
Armătură de rezistență longitudinală	*Stîlpi portanți* (hale și cadre)		
	La elementele obișnuite :		
	— oțel neted	14	Maximum 28 pentru GPA>7
	— oțel periodic	12	
	La elementele nestructurale	10	22 pentru betoane ușoare
	Grinzi		
	La planșee obișnuite	10	
	La planșee cu nervuri dese	8	
	Plăci		
	Armare cu plase legate :		
	— la partea inferioară	6	
	— la partea superioară cu oțel neted	8	
	Armare cu oțel periodic	6	
	Armare cu plase sudate :		
	— la elemente monolite	5	
	— la elemente prefabricate	4	
	Dale cu stîlpi		
	Fîșii în cîmp	8	
	Fîșii pe reazeme	10	
Etrieri (armătură transversală)	*Stîlpi*		
	La stîlpi neportanți	5	
	La stîlpi portanți cu latura sub 400 mm sau sub 300 mm și GPA<7	6	
	La stîlpi portanți cu latura minimă 400 sau peste 300 mm și grad de protecție antiseismică GPA>7	8	>1/4 d_{max} al armăturii longitudinale
	Freta (diametrul barei de fretare)	6	8 pentru OB 37
	Grinzi		
	La grinzi cu înălțimea pînă la 800 mm	6	
	La grinzi cu înălțimea peste 800 mm	8	Sudare corespunzătoare
	La carcase sudate	4	
Armături de montaj și repartiție	*Grinzi*		
	La carcase legate cu sîrmă :		
	— la elemente monolite	8	10 la OB 37
	— la elemente preturnate	8	
	La carcase sudate :		
	— la elemente monolite	6	
	— la elemente preturnate	5	

1	2	3	4
	Plăci		
	Repartiție la plase legate cu sîrmă	6	
	Repartiție la plase sudate :		
	— la elemente monolite	4	
	— la elemente preturnate	3	
Armături constructive pe fețele laterale pe înălțimea grinzii	În carcase legate cu sîrmă	8	OB 37
		6	PC
	La carcase sudate	5	
	La elemente torsionate	10	
Armături din diafragme	Verticale din PC	10	maximum 1/10 din grosimea diafragmei
	Verticale din OB 37	12	

de fibrele întinse ale secțiunii de beton, de asemenea, este necesar ca armătura să aibă un minim de rigiditate pentru a-și păstra poziția în timpul turnării și să asigure o ușoară turnare a betonului care trebuie să cuprindă în mod omogen întreaga secțiune.

Aceste condiții se concretizează printr-o serie de reguli constructive printre care sînt cuprinse și cele referitoare la diametrul minim al armăturii. Diametrele minime admise sînt arătate în tabelul VII.3. La elemente prefabricate se folosesc de regulă armături cu diametre mai mici, întrucît pericolul deformării la turnare este redus, datorită execuției mai îngrijite.

a. **Diametrele minime la grinzi.** Diametrele minime pentru barele de rezistență vor fi de 10 mm. Se admite pentru planșee cu grinzi dese ca diametrul minim să fie de 8 mm.

Diametrul minim al etrierilor (armăturile transversale) la grinzi, cu carcase legate, nu va depăși 1/4 din diametrul maxim al armăturilor longitudinale respectînd și condiția ca diametrul minim la grinzi mici (cu înălțimea mai mică de 80 cm) să nu depășească 6 mm, iar la grinzi mai înalte decît 80 cm să nu depășească 8 mm. La carcase sudate se admite diametrul minim al etrierilor de 4 mm dacă se asigură o sudare bună. Diametrul etrierilor de regulă nu va depăși 12 mm.

Pentru armături de montaj, în zona comprimată, pentru susținerea etrierilor se prevăd cel puțin două bare de montaj ∅ 10 sau 8 mm pentru elemente prefabricate, cînd se folosește oțelul OB 37 și 8 mm cînd

se folosește oțelul PC 52 sau PC 60 ; la carcase sudate, diametrul minim poate fi redus la 6 sau 5 mm la elementele prefabricate.

Pentru armătura constructivă care se pune pe fețele laterale ale grinzii diametrele minime vor fi 8 mm pentru oțelul OB 37 și 6 mm pentru oțelul PC 52 sau PC 60 ; pentru carcase sudate diametrul se reduce la 5 mm.

b. **Diametrele minime la stîlpi.** Diametrul minim admis pentru stîlpii de rezistență va fi de 14 mm. La stîlpii portanți turnați monolit la care armătura este foarte redusă (constructivă) diametrul minim se admite să fie de 12 mm. La stîlpii neportanți (caracter decorativ etc.) diametrul minim se reduce la 10 mm.

Diametrul maxim se recomandă să nu depășească 28 mm (în special în zone cu grad de protecție antiseismică GPA $\geq$ 7.

La elementele prefabricate, la secțiuni cu dimensiuni stabilite pe considerente constructive, la elementele în care solicitările sînt mici sau la stîlpii de beton armat turnați în zidărie, diametrul minim al barelor longitudinale se reduce tot la 12 mm la OB 37, respectiv 10 mm la PC, deci se reduc cu 2 mm diametrele minime (v. tabelul VII.3).

Pentru betoane cu agregate ușoare diametrele maxime admise vor fi de 22 mm din oțel cu profil periodic (PC). Folosirea diametrelor mai mari se admite cu luarea măsurilor speciale de ancorare și cu mărirea armăturilor transversale.

Diametrul armăturii transversale (etrieri) va fi cel puțin 1/4 din diametrul minim al armăturii longitudinale și minimum :

5 mm la stîlpi neportanți ;

6 mm la stîlpi portanți cu $b < 400$ mm ;

8 mm la stîlpi portanți cu $b \geq 400$ mm.

La stîlpii structurilor cu grad de protecție antiseismică GPA $\geq$ 7 și latura cea mai mare $\geq$ 300 mm, se vor folosi etrieri de 8 mm din OB 37.

Se admit etrieri de 6 mm la stîlpi cu latura cea mai mare de 300 mm și pentru GPA $<$ 7.

Diametrul minim al fretei elicoidale continue sau al etrierilor sudați (armături transversale sudate) va fi de 6 mm.

c. **Diametrele minime la plăci.** Diametrul minim pentru armătura de rezistență în cazul plaselor legate cu sîrmă, la elementele din beton monolit se va lua :

1) Pentru armăturile de la partea inferioară a plăcii, 6 mm.

2) Pentru armăturile de la partea superioară a plăcii (inclusiv armături înclinate sau călăreți) :

8 mm pentru oțelul neted ;

6 mm pentru oțelul tip PC (cu profil periodic).

Diametrul maxim al barelor de rezistență din plăci nu va depăși, în mm, valoarea dată de relația $\frac{h}{10} + 2$.

Pentru elementele armate cu plase sudate din sîrmă trasă pentru beton armat, diametrul minim al armăturii de rezistență va fi de 4 mm la elementele prefabricate și de 5 mm la cele executate monolit.

Armătura de repartiție pentru plăci turnate monolit se ia de 5 mm pentru plase legate și de 4 mm pentru plase sudate.

La elementele prefabricate cu plase sudate armătura de repartiție poate avea diametrul minim de 3 mm.

d. Diametrele minime la diafragme. Diametrele minime ale armăturilor verticale de rezistență vor fi:

∅ 12 pentru armarea cu oțel OB 37;

∅ 10 pentru armarea cu oțel PC 52.

Diametrul maxim al armăturilor va fi $\leqslant d/10$ sau 25 mm, unde d este grosimea diafragmei, în mm.

Etrierii din zonele de capăt ale diafragmelor vor fi de minimum ∅ 6 la 100 mm între ei pe cincimea inferioară a înălțimii clădirii peste subsol.

e. Diametrele minime la structurile speciale (învelitori, rezervoare, planșee ciuperci, planșee cu nervuri dese). Diametrele minime trebuie să fie conforme cu prescripțiile speciale elaborate pentru aceste elemente.

4. Distanțele dintre barele armăturilor

La grinzi, stîlpi, arce și la toate elementele liniare la care armăturile apar constituite sub formă de carcasă spațială legată sau sudată este necesar să se prevadă distanțe minime între armături, pentru a se asigura trecerea granulelor de agregate și a laptelui de ciment în timpul turnării, vibrării sau compactării betonului (fig. VII.8).

a. Distanțele dintre barele armăturilor la grinzi. Distanța (lumina) minimă dintre armăturile longitudinale de rezistență care au o poziție orizontală sau înclinată la elemente liniare (grinzi, arce etc.) în timpul betonării se ia egală cu diametrul barelor dar nu mai puțin de:

25 mm pentru armătura de la partea inferioară;

30 mm pentru armătura de la partea superioară.

Cînd armătura de la partea inferioară a grinzilor este dispusă pe mai mult de 2 rînduri, distanța minimă (în afară de barele primelor

două rînduri) se va lua de 50 mm (v. fig. VII.8) și se va respecta condiția ca armăturile din rîndurile 2 și 3 să cadă exact peste cele din rîndul 1.

La elementele preturnate și prefabricate, distanța dintre armături (lumina) poate fi micșorată pînă la 15 mm, dar nu sub diametrul armăturii.

În tabelul VII.4 sînt indicate distanțele minime admise între armături.

Dacă un proiect are prevăzute distanțe dintre armături mai mici de 25 mm, se vor da în proiect indicații asupra dimensiunilor maxime admise pentru granulele agregatelor ce se vor folosi la execuția betoanelor.

Distanța maximă dintre axele armăturilor de rezistență se recomandă să nu depășească 150 mm (tabelul VII.5).

Distanța la armătura constructivă dispusă pe fața laterală la grinzi mai înalte de 70 cm va fi de 400 mm. Armăturile pot fi legate și cu agrafe cu diametrul minim de 6 mm în zone neseismice.

Distanțele dintre etrieri vor fi de minimum 100 mm.

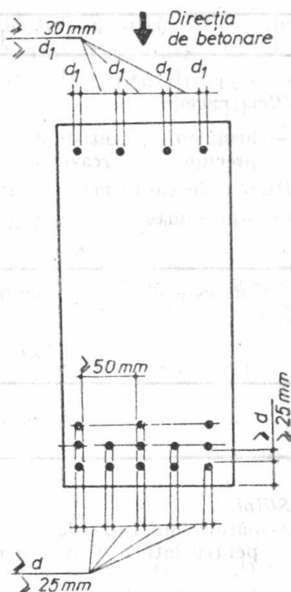


Fig. VII.8. Distanțele minime dintre armăturile de rezistență pentru grinzi orizontale sau înclinate.

Tabelul VII.4. **Distanțe minime admise între armături**

Elementul	Distanța minimă mm
1	2
Stilpi sau elemente înclinate executate **cu** *cofraje pe toate laturile:*	
Barele longitudinale	50
Etrieri	70
Pasul fretei sau distanța dintre etrieri în cazul în care secțiunea acestora rezultă din calcul	50
Grinzi sau elemente înclinate executate cu cofraj numai pe trei laturi (inclusiv stilpi preturnați):	
— între barele unui rînd de armătură de la partea inferioară, precum și între primele două rînduri	d_n însă ≥20
— între armăturile de la fața superioară	d_n însă ≥30
— cu armătura dispusă pe mai mult de două rînduri (în afara barelor din primele două rînduri)	≥50
Etrieri	≥100
Elemente preturnate	d_n însă ≥ 15

1	2
Plăci monolite:	
— armături de rezistență în zona centrală a plăcii, precum și pe reazeme	≥70
Riglele de cadre pentru GPA>7	≤200 ; ≤$h/4$
Console scurte	100—150

d_n este diametrul nominal al barei.

Tabelul VII.5. **Distanțe maxime admise între armături**

Elementul	Maximum sau cea mai mică dintre valori mm
Stîlpi:	
Armături longitudinale:	
— pentru laturi cu numai două bare	400 pentru GPA<7 350 pentru GPA≥7
— pentru laturi cu mai mult de două bare	250
Etrieri:	15d ; b≤300 : 3/4
— în zona curentă	10d (la betonul cu granulit)
— în zona de înnădire a barelor	
Grinzi:	0,2 d_s ; 180 ;
Pasul fretei	150
Armături de rezistență	
Etrieri:	
— cînd nu există armătură comprimată rezultată din calcul pentru GPA<7	Distanța rezultată din calcul: 3/4 h ; 300
— cînd există armătură comprimată rezultată din calcul pentru GPA≥7	15 d_c ; 3/4 d ; 200
Armăturile constructive dispuse pe fața laterală la grinzi mai înalte de 70 cm	
Plăci:	400
Armături de rezistență:	
— plăci cu grosime de cel mult 15 cm	200
— plăci cu grosime de peste 15 cm	1,5 h_p
Armături de repartiție:	
— pentru plăci armate pe o singură direcție cu $l_2/l_1 \geq 2$	350
— pentru plăci pe care pot acționa și încărcări concentrate sau distribuite local	250

Notații: d — diametrul minim al barelor de rezistență; b — cea mai mică latură a stîlpului; d_s — diametrul sîmburelui de beton; h — înălțimea grinzii; h_p — înălțimea plăcii; d_c — diametrul armăturii comprimate.

La grinzile la care armătura comprimată nu rezultă din calcul, etrierii vor fi puși la distanța maximă de 300 mm, dacă din calcul nu rezultă o distanță mai mică sau din condiția ca distanța dintre etrieri să nu fie mai mică de 3/4 din înălțimea grinzii ; această condiție impune distanța dintre etrieri la grinzi care au înălțimea mai mică de 40 cm.

În zone seismice distanța maximă dintre etrieri va fi de 200 mm și nu va depăși 1/4 din înălțimea grinzii.

La grinzile la care armătura comprimată rezultă din calcul, se pune condiția ca această armătură să nu flambeze din lipsă de legături dintre etrieri ; de aceea, distanța dintre etrieri trebuie să respecte și condiția ca să fie mai mică de $15d$, pentru bare comprimate cu grosimi mai mici.

La grinzi mai late de 400 mm se vor prevedea minimum patru ramuri de etrieri (etrieri dubli).

Se vor prevedea etrieri închiși în zonele în care există armături comprimate rezultate din calcul și în zonele din apropierea reazemelor grinzilor (de regulă pe aproximativ 1/4 din deschidere dar cel puțin pe $2h$ de fiecare parte a reazemului).

Pentru riglele cu GPA $\geqslant$ 7 distanța va fi $\leqslant$ 200 mm și $\leqslant h/4$.

La console scurte, distanțele între etrieri vor fi cuprinse între 100 și 150 mm.

La elementele solicitate la încovoiere cu torsiune, etrierii se așază la distanța maximă de $1{,}3b$ (b fiind lățimea elementului, maximum 400 mm) ; se vor folosi etrieri închiși cu ciocuri sau cu etrieri sudați.

Etrierii vor forma cadre închise sudate sau cu capete petrecute pe cel puțin 30 d, la distanța maximă $0{,}65\ b$.

b. **Distanțele dintre barele armăturilor la stîlpi.** La stîlpi, distanța liberă între armăturile longitudinale va fi de 50 mm. Distanța maximă pentru laturile pe care sînt numai două bare va fi de 350 pentru GPA $\leqslant$ 7 și 400 mm pentru GPA $>$ 7, iar pentru laturile cu mai mult de două bare va fi de 250 mm.

La stîlpii turnați pe orizontală distanțele minime vor fi similare celor arătate la grinzi.

Distanțele dintre etrieri la stîlpi vor avea următoarele valori :

1) Minimum 70 mm și maximum 300 mm, fără să se depășească dimensiunea minimă a secțiunii, și maximum 15 d_{min} al armăturilor longitudinale comprimate la betonul obișnuit și de 10 d la betonul cu granulit.

2) În regiuni seismice pentru GPA $\geqslant$ 7 distanța maximă se limitează la 200 mm.

3) Distanța dintre etrieri va fi redusă la 100 mm în zonele de la extremitățile stîlpilor pe o lungime mai mare de 600 cm sau 1/8 din înălțimea stîlpului H_s (v. fig. VII.7).

4) La stîlpii scurţi la care înălţimea lor este mai mică de 4 ori, latura mare a secţiunii transversale, *etrierii se îndesesc pe toată înălţimea stîlpului.*

5) La partea de jos a stîlpilor halelor parter, *etrierii se îndesesc pe o înălţime depăşind cota pardoselii.*

6) În cazul în care în secţiune sînt mai multe tipuri de etrieri (dreptunghiular, rombic, agrafe etc.) aceştia se aşază în aceeaşi secţiune ; distanţele dintre planele etrierilor sînt cele arătate mai înainte.

7) Pasul fretei (inclusiv etrierii suplimentari care se găsesc în planul fretelor cînd aceştia rezultă din calcul) va respecta următoarele condiţii : minimum 50 mm, maximum 80 mm, dar vor respecta şi condiţia de a nu depăşi ca distanţă maximă 1/5 din diametrul sîmburelui de beton.

c. **Distanţele dintre barele armăturilor la plăci.** Aceste distanţe vor fi :

— cel puţin 70 mm (la plase sudate dacă nu sînt admise prin prescripţii speciale şi dimensiuni mai mici) ;

— cel mult 200 mm la plăci cu grosimea de maximum 150 mm ;

— cel mult 1,5 h_p la plăci groase (cu h_p mai mare de 150 mm, h_p fiind grosimea plăcii).

Armătura de repartiţie minimă va fi cel puţin 3 bare pe un metru liniar (330 mm între bare), iar secţiunea barelor de repartiţie trebuie să reprezinte cel puţin o zecime din secţiunea totală a barelor de rezistenţă.

Dacă pe placă există încărcări concentrate sau distribuite pe o arie limitată, numărul de bare minim este de cel puţin 4 bare/m (250 mm interax), iar secţiunea transversală a acestora va fi minimum 25% din cea a armăturii de rezistenţă.

Pentru păstrarea distanţelor recomandate, barele de armături trebuie strîns legate cu sîrmă arsă, în suficiente puncte, iar plasa astfel realizată să fie poziţionată prin distanţieri (purici).

Fierarii betonişti trebuie să verifice poziţionarea armăturii înainte şi în timpul turnării betonului.

5. Forme constructive şi acoperirea cu beton a armăturilor

a. **Forma secţiunilor transversale.** Pentru elementele liniare (stîlpi, arce, grinzi) se aleg de regulă secţiuni dreptunghiulare sau sub formă de T. Dimensiunile sînt modulate, fiind multiplu de 50 mm pentru secţiunile transversale. Se admit excepţii cînd elementul este integrat în zidărie sau în cazul unor condiţii speciale.

De regulă la secțiunile dreptunghiulare raportul laturilor este :

$$h/b \leqslant 2{,}5.$$

La elementele cu secțiune dreptunghiulară solicitate la încovoiere cu torsiune, raportul laturilor este :

$$h/b \leqslant 2.$$

La construcții cu grad de protecție antiseismică GPA > 7 raportul laturilor este :

$$h/b \leqslant 1{,}5.$$

Fac excepție structurile contravîntuite cu diafragme, portale etc. La elementele liniare cu două bare pe laturi se folosesc de regulă etrieri perimetrali închiși ; la elementele liniare comprimate pentru GPA < 7 și 4 bare pe latura cu dimensiunea maximă a secțiunnii ⩽ 400 mm se folosesc etrieri cu mai mult de două ramuri. Această condiție se impune și la trei bare pe laturi pentru GPA < 7 și la două bare pe latura pentru GPA ⩾ 7.

Pentru grinzi, înălțimea minimă a grinzilor este de regulă în funcție de deschideri (lumina *e* între axele reazemelor). Înălțimea grinzilor *h* trebuie să se cuprindă de 15 pînă la 25 ori în lungimea *l* a grinzii, după importanța și încărcarea grinzii ; cele mai înalte sînt grinzile principale, $l = 15\ h$.

Se recomandă să se evite cazurile cînd dimensiunile grinzii nu respectă relația $l > 4\ h$.

Stîlpii trebuie de asemenea conformați respectînd raportul $H/b \leqslant 25$. Se recomandă ca acest raport să fie redus la 2,0 pentru stîlpii din beton ușor (cu granulit), unde *H* este înălțimea stîlpului, iar *b* latura cea mai mică.

Totodată, dimensiunile minime ale secțiunilor trebuie să asigure o rigiditate satisfăcătoare stîlpilor de flambaj ($\lambda < 85$ la beton obișnuit și $\lambda < 70$ la betoane cu agregate ușoare).

Stîlpii fretați vor avea de regulă secțiune transversală de formă circulară sau poligonală (hexagonală, octagonală etc.).

Plăcile se caracterizează prin raportul laturilor și grosime. La plăcile lungi cu raportul laturilor $l_2/l_1 \geqslant 2$, se armează pe direcția laturii scurte, iar grosimea lor este cuprinsă de circa 30—35 ori în deschiderea laturii scurte.

La plăcile cu raportul $l_2/l_1 \leqslant 2$, armarea se face pe două direcții, iar grosimea este cuprinsă de circa 40—45 ori în deschidere.

Grosimea minimă a plăcilor va fi de 60 mm. La elementele prefabricate se admite o grosime de 30 mm.

b. **Acoperirea cu beton a armăturii** (tabelul VII.6). Barele de armătură trebuie să aibă o acoperire minimă, cu un strat destul de gros de beton, în funcție de mai mulți factori, pentru a proteja armătura și a asigura conlucrarea acesteia cu betonul. Prin acoperire se înțelege grosimea stratului de beton de la armătură pînă la fața elementului (fig. VII.9).

Tabelul VII.6. **Acoperirea minimă cu beton a armăturii**

Tipul armăturii și elementului	Grosimea stratului minim de acoperire *g*, mm	Observații
Armături longitudinale de rezistență		
Plăci (planșee, diafragme, pereți cu grosimea ≤ 100 mm	10	
Idem, plăci cu grosimea ≥ 100 mm	15	
Plăci prefabricate	10	
Grinzi cu înălțime ≤ 250 mm și armături ∅ ≤ 20	15	
Grinzi cu înălțime mai mare de 250 mm și armături:		
∅ ≤ 28 mm	20	
∅ ≤ 32 mm	25	
∅ ≥ 32 mm	30	
Grinzi prefabricate cu înălțime mai mare de 250 mm	20	
Grinzi cu înălțime ≥ 500 mm și ∅ ≤ 16 cm	20	
Grinzi cu armătura rigidă (laminată)	50	
Elemente din beton cu granulit:		
— alte elemente	15	
— plăci folosite în spații închise, fără mediu agresiv	10	Minimum mărimea granulei
Armăturile inclinate (pentru bare cu ∅ ≤ 16) obligatoriu pentru elemente din beton cu granulit	2*d*	
Stîlpi	25	
Grinzi de fundații și fundație așezată pe pămînt cu strat de egalizare (acoperirea pentru fața inferioară)	35	
Idem, fără strat de egalizare	50	
Fundații prefabricate pe strat de egalizare	30	
Armăturile de pe fețele laterale ale elementelor (stîlpi, grinzi, fundații) în contact cu pămîntul	45*	
Armături transversale și de montaj		
Etrieri, armături transversale, bare de montaj	15	
Armătură de repartiție la plăci	10	
Distanțele dintre capetele armăturilor la marginea elementului		
Plăci, panouri, diafragme	max. 5	
Alte elemente	max. 10	
Elemente din beton aparent	$g+10$	
Elemente în medii agresive (după prescripții speciale):		
— alte elemente	$g+5$	
— plăci	$g=10$	

* 20 mm pot fi realizați cu mortar torcretat (M 100).

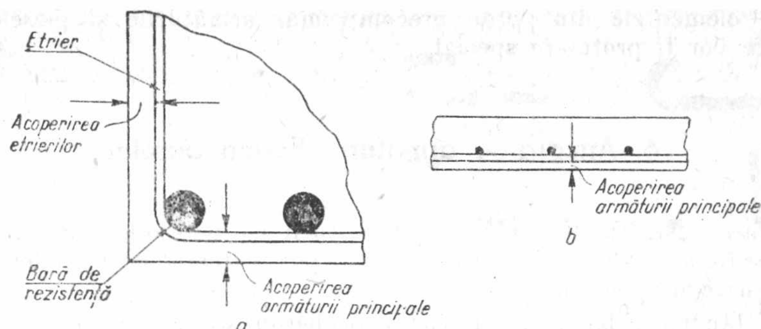


Fig. VII.9. Acoperirea armăturilor :
a — la grinzi și stîlpi ; *b* — la plăci și pereți.

Grosimea stratului de beton este în funcție de :

1) *Calitatea betonului (beton greu, beton ușor, marca acestuia, condițiile de execuție etc.).*

2) *Acțiunea mediului exterior (umiditate, acțiune chimică, acizi, săruri de vapori agresivi, acțiuni biochimice etc.).*

3) *Acțiunea focului și temperaturilor.*

4) *Diametrul armăturii și rolul acesteia în element.*

Protecțiile suplimentare ale betonului (cum ar fi tencuirea sau alte procedee similare) au rol redus în mărirea protecției armăturii.

Placajele de piatră, faianță, sticlă, material plastic și tencuielile obișnuite nu se consideră acoperiri ale armăturii.

Pentru respectarea prevederilor privind realizarea acoperirilor este obligatorie folosirea distanțierilor (puricilor) din material plastic, oțel, mortar de ciment etc. Acoperirile minime trebuie satisfăcute concomitent, atît pentru barele de rezistență, cît și pentru etrieri sau barele de repartiție.

Armăturilor li se vor asigura o rigiditate spațială corespunzătoare prin execuția corectă a etrierilor, a armăturii ridicate, prin legare strînsă și execuția lor la cotă.

Este foarte important ca fierarii betoniști să știe că execuția unei armături ridicate mai înalte, nu asigură acoperirea cu beton, iar execuția unei armături ridicate cu înălțime mai mică are ca efect micșorarea rezistenței elementului.

Manipularea carcaselor de armături și a plaselor se va efectua conform normelor, fără a se deforma la manipulări și transport.

Elementele prefabricate vor fi transportate, manipulate și montate cu atenție pentru a nu se distruge stratul de acoperire.

Protecția armăturii la betoanele ușoare se face în fabrici cu respectarea strictă a tehnologiei.

La elementele din beton precomprimat armăturile şi piesele înglobate vor fi protejate special.

6. Ancorarea armăturii. Forma barelor

Pentru asigurarea conlucrării armăturii cu betonul, armătura trebuie să fie ancorată în beton pentru a suporta efortul de întindere fără să alunece din beton.

Pe lungimea barelor, ancorarea în beton se realizează prin aderenţa pe care o are suprafaţa armăturii ce numai aparent este netedă, dar care în fond are foarte multe asperităţi, care nu se observă cu ochiul liber, în care pătrunde laptele de ciment.

Aderenţa se îmbunătăţeşte prin folosirea oţelului cu profil periodic, care permite de fapt să se ancoreze armătura prin încleştarea profilului în beton, prin intermediul nervurilor, astfel că aceeaşi secţiune de armătură rezistă la un efort de smulgere mai mare la profilul periodic în raport cu profilul neted.

Carcasele şi plasele sudate se ancorează în beton, barele transversale opunîndu-se tendinţei de lunecare a armăturilor longitudinale supuse la întindere.

La armăturile comprimate, eforturile de compresiune au efect favorabil asupra aderenţei.

Pentru ancorare la capete, barele izolate sînt prevăzute cu ciocuri. Deoarece ancorarea în lungul barei, pentru preluarea unui efort de întindere, necesită o lungime mare, se caută să se ancoreze capetele barelor în zonele comprimate ale secţiunilor de beton, folosind îndoiri corespunzătoare, ridicări ale barelor şi prevederea de ciocuri.

a. **Ancorarea cu ciocuri.** Normele prevăd ca armăturile întinse (barele izolate) să se termine de regulă prin ciocuri. Pentru armăturile comprimate, sub formă de bare izolate, prevederea ciocurilor nu este obligatorie.

Armăturile din plasele sudate şi chiar barele izolate cu profil periodic, de regulă, se termină fără ciocuri.

În cazuri speciale se fac ciocuri drepte pentru barele izolate cu profil periodic, se îndoaie plasele, se prevăd bare sudate marginale sau chiar piese metalice sau dispozitive speciale.

Ciocurile (numite uneori şi cîrlige) se folosesc la agăţarea barelor în beton.

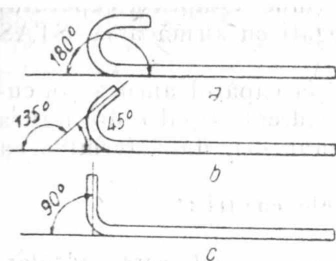


Fig. VII.10. Tipuri de ciocuri la armăturile pentru beton armat.

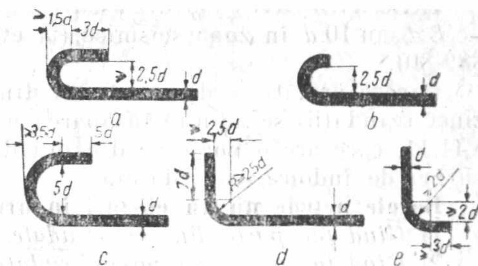


Fig. VII.11. Dimensiunile ciocurilor la barele de armături.

Se deosebesc trei forme de ciocuri:

1) *Ciocuri semirotunde* obținute prin îndoirea capătului (fasonarea) barei la 180°, ramura întoarsă fiind paralelă cu bara (fig. VII.10, *a*).

2) *Ciocuri ascuțite* la care îndoirea capătului barei se face la un unghi de 135°, cele două ramuri făcînd între ele un unghi de 45° (fig. VII.10, *b*).

3) *Ciocuri drepte* la care îndoirea capătului barei se face la un unghi de 90° (fig. VII.10, *c*).

Ciocurile semirotunde se folosesc, de regulă, pentru barele netede, ciocurile ascuțite la etrieri (fig. VII.11), iar ciocurile drepte la bare cu profil periodic sau chiar la barele comprimate din stîlpi care se ancorează în cuzineți.

Lungimea parțială de ancorare se socotește pînă la începutul curbei de racordare a ciocului.

Forma și dimensiunile ciocurilor sînt în funcție de forma profilului barei, destinația armăturii, calitatea oțelului, diametrul barei și modul de fasonare.

Dimensiunile obișnuite ale ciocurilor sînt arătate în figura VII.11 și se vor respecta atît la debitare, cît și la fasonarea armăturii (razele de îndoire, dimensiunea capătului drept al ciocurilor etc.).

În funcție de criteriile arătate mai înainte se vor respecta următoarele indicații:

Barele netede longitudinale, de rezistență, se confecționează cu ciocuri de tipul *a* sau *b* arătate în figura VII.11, pînă la ∅ 20; tipul *a* se execută de regulă prin fasonare manuală, iar tipul *b* prin fasonare mecanică (STAS 10107/0-76 prevede numai tipul *a* și tipul *e*).

Barele cu ∅ ⩾ 20 se admite a se fasona cu ciocul de tip *c* din figura VII.11, dacă nu sînt incompatibilități de ancorare (grosimea elementului etc.).

Etrierii vor avea ciocuri ascuțite cu o porțiune dreaptă a capătului de $3d$ sau $10d$ în zone seismice (la etrieri legați cu sîrmă arsă, STAS 889-80).

Pentru armătura de rezistență din stîlpi, la capătul ancorat în cuzinet (fundații) se admite fasonarea unui cioc drept, tipul *e* din figura VII.11, care are o porțiune dreaptă de minimum $3d$, după terminarea curbei de îndoire (racordare).

Barele netede nu au ciocuri în următoarele cazuri :

1) *Cînd fac parte din plase sudate.*

2) *Cînd fac parte din carcase sudate sau carcase legate corespunzător, iar proiectul nu prevede formarea unor ciocuri.*

3) *Cînd sînt în zonele permanent comprimate ale betonului pentru construcții care sînt executate în zone neseismice (fără cutremure de pămînt).*

4) *Pentru barele de montaj, dacă proiectul nu prevede execuția de ciocuri.*

Unele proiecte admit să nu se folosească ciocuri și la plase legate, pe considerentul că armătura este ori slab solicitată ori ancorarea prin aderență este satisfăcătoare. La plăci se pot folosi și ciocuri ascuțite.

Barele cu profil periodic, în special cele de diametru mic ($\varnothing \leqslant 14$), pot fi folosite fără ciocuri, ancorarea realizîndu-se prin aderență. La diametre mai mari sau cînd proiectul prevede fasonarea de ciocuri, acestea se fac de tipul *d* din figura VII.11, cu o rază de minimum $2{,}5\,d$ (sau $2\,d$) și cu o porțiune dreaptă de $7d$. Nu se fac ciocuri semirotunde deoarece aceste oțeluri fiind mai dure, se fasonează greu și pot fisura pe zona de curbare. Pentru bare cu dimensiuni foarte mari se pot prevedea mijloace speciale de ancorare la capete (sudare de plăcuțe, piese metalice sau alte dispozitive prevăzute în proiect).

Lungimea ciocurilor. În afară de lungimea obișnuită a barei l_0 se mai prevede o lungime pentru ciocuri L_c care este în funcție de forma ciocului, diametrul barei d, diametrul rolei de fasonare $D = fd$, unghiul de îndoire și mărimea porțiunii drepte $c = nd$. În figura VII.12 sînt arătate datele geometrice pentru stabilirea lungimii L_c necesare fasonării ciocurilor.

Urmărind datele din figură, se stabilesc următoarele **relații pentru lungimile necesare ciocurilor :**

$L_c = 1{,}07(f + 1)d + nd$, pentru ciocuri semicirculare ;

$L_c = 0{,}67(f + 1)d + nd$, pentru ciocuri ascuțite ;

$L_c = 0{,}28(f + 1)d + nd$, pentru ciocuri drepte.

În aceste relații f este numărul care se stabilește funcție de diametrul barei d și diametrul D al rolei de fasonare $f = D/d = k$; n este numărul de diametre care definește lungimea dreaptă a capătului barei ($n = c/d$), (după zona de curbare).

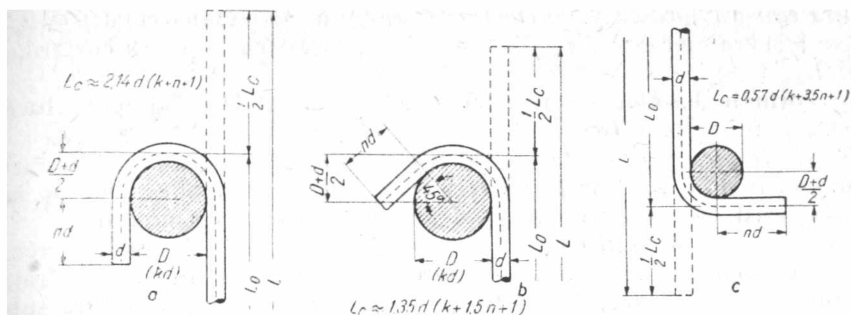


Fig. VII.12. Stabilirea lungimii necesare ciocurilor cu îndoiri la:
a — 180°; *b* — 135°; *c* — 90°.

Pentru calculul lungimii porțiunilor de bară necesare ciocurilor se poate folosi tabelul VII.7.

Valoarea L_c se calculează cu relațiile anterioare folosind valorile *f* și *n* din tabel.

Tabelul VII.7. **Lungimile necesare ciocurilor**

Tipul ciocului	f $(D = fd)$	n $(c = nd)$	L_c	Tipul (fig. VII.11)	Observații
Semicircular cu capăt drept	2,5	3	7,0*d*	*a*	Bare netede cu diametrul mic
	5,0	3	10,0*d*	*c*	Bare netede cu diametrul
	5,0	5	12,0*d*	*c*	mare
Semicircular cu capăt drept	2,5	0	4,0 *d*	*b*	Idem, fasonare mecanică
	5,0	0	7,5 *d*	*b*	
Ascuțit cu capăt drept	2,0	3	5,0 *d*	—	Etrieri pentru plase
	3,0	4	7,0 *d*	—	
Drept cu capăt drept	2,0	3	4,0 *d*	*d*	Bare pentru stîlpi
	2,5	5	6,0 *d*	*d*	Bare cu profil periodic
	2,5	7	8,0 *d*	*d*	

Lungimea necesară ciocurilor se poate deduce din tabel.

1) *Pentru o bară cu două ciocuri semicirculare* cu $f = 2,5$ și $n = 3$, lungimea necesară ambelor ciocuri va fi $2\ L_c = 2 \times 7d = 14\ d$.

2) *Pentru o bară cu două ciocuri diferite*, un cioc semicircular $f = 2{,}5$ şi $n = 3$ şi un cioc drept $f = 2{,}5$ şi $n = 7$, lungimea necesară ciocurilor va fi $L_{c1} + L_{c2} = 7d + 8\ d = 15\ d$.

b. **Formele barelor de rezistenţă** se referă la bare drepte, bare îndoite, bare curbe, etrieri.

Barele drepte de rezistenţă şi constructive se folosesc la stîlpi şi la grinzi (aproximativ 1/3 din barele de rezistenţă întinse), la plase sudate, la bare de rezistenţă şi de repartiţie şi la grinzi ca bare de montaj.

Barele curbe de rezistenţă, cu curbură mare, se folosesc la arce, bolţi, rezervoare, silozuri etc. ; curbarea se poate face direct în cofraj, la montarea armăturii ; pentru tuburi cu diametrul mic, armătura sub formă de fretă etc. se execută în atelier.

Barele îndoite de rezistenţă se folosesc pentru trecerea armăturii întinse dintr-o zonă în altă zonă, după tendinţa de curbare a elementului. La elementele încovoiate, barele întinse din cîmpul deschiderilor sînt ridicate (îndoite) spre reazeme şi se numesc bare ridicate sau bare înclinate.

Barele ridicate, funcţie de înălţimea grinzii, numărul de bare şi valoarea eforturilor pe care trebuie să le ia în secţiunile înclinate, precum şi de alte considerente de rezistenţă sau constructive, pot să aibă o înclinare faţă de axa elementului cu un unghi de 45° sau mai mare (60–70°). La plăci, în schimb, unghiul poate scădea la 30°.

Pentru îndoirea barelor ridicate şi a celor în unghi drept, se vor folosi role cu raze mari $D = (10...15)\ d$ pentru bare ridicate şi de minimum 2 d pentru barele îndoite la un unghi de 90° (fig. VII.13).

Poziţionarea corectă în cofraj a barelor îndoite fiind foarte importantă, apare necesar să se verifice cu foarte mare atenţie poziţia punctelor de îndoire în lungul elementului de rezistenţă (v. fig. VII.4). Barele se pot îndoi şi pentru schimbările de secţiuni ale stîlpilor (v. fig. VII.5).

Etrierii au formele din figura VII.14. Rolul etrierilor a fost arătat anterior, iar formele lor în figurile VII.4, VII.5, VII.7, VII.11 etc.

c. **Aspecte constructive şi de rezistenţă pentru armare şi ancorare etc.** La fasonarea armăturii elementelor încovoiate se vor respecta o serie de reguli. Astfel :

1) *Armătura care se menţine dreaptă pe toată lungimea elementului*, de regulă, va fi :

— la *grinzi*, o treime din barele de rezistenţă necesare în mijlocul deschiderii grinzii (minimum o bară la grinzi înguste, cu $b \leq 15$ cm, şi minimum două la grinzi mai late). La seismicitate ridicată, gradul 8, pe reazem se păstrează 40%.

În zona comprimată a secţiunilor din cîmp se vor prevedea minimum două armături de montaj necesare pentru susţinerea etrierilor.

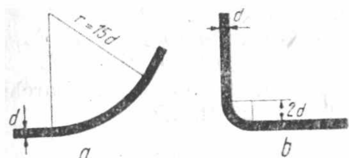


Fig. VII.13. Faze de îndoire a barelor :
a — la 45° ; b — la 90°.

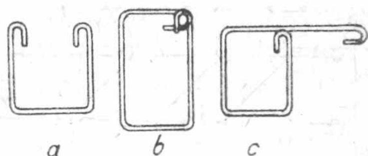


Fig. VII.14. Forme de etrieri pentru grinzi.

Armăturile longitudinale se vor distribui, pe cît posibil, în jurul perimetrului etrierilor.

Armăturile longitudinale se vor ancora în conformitate cu cerințele pentru barele întinse.

Se recomandă ca ciocurile armăturilor longitudinale inferioare să fie înclinate spre interior ;

— la *plăci*, jumătate din armătura maximă de rezistență la plăci simplu rezemate și o treime la plăcile continue pe reazem (la un interval minim de 40 cm). La gradul 8 de seismicitate armătura plăcilor se mărește pe reazeme.

La plăcile armate pe o singură direcție (avînd raportul $l_2/l_1 < 2$) se va prevedea o armătură de repartiție alcătuită din cel puțin trei armături pe metru, atît în cîmp cît și pe reazem. Secțiunea pe metru a armăturilor de repartiție va fi cel puțin 10% din armăturile de rezistență.

La plăci dublu armate (la partea de jos și sus), armătura de repartiție se prevede la ambele părți.

La plăcile continue, rezemate pe grinzi secundare (v. fig. VII.18), se prevede peste grinda principală, pe direcția perpendiculară de armare a plăcii, o armare suplimentară alcătuită din călăreți (7 ∅ 6 mm/m pentru PC 52 și 5 ∅ 8 mm/m pentru OB 37).

2) *Barele ridicate pe reazeme în zona întinsă*, rezultate din calcul, vor respecta distanțele : minimum 5 cm de la reazem la începutul primei bare înclinate, iar distanțele maxime între barele înclinate vor fi, de regulă, egale cu înălțimea h a grinzii ; începînd cu a treia bară înclinată (pornind de la reazem), această distanță se poate mări pînă la 1,5 h (fig. VII.15).

Barele înclinate trebuie să respecte și condițiile ca porțiunile drepte în zona comprimată să fie de minimum 10 d, iar în zona întinsă de 20 d, iar razele de curbură la îndoire de (10. . .15)d, conform figurii VII.16.

La barele ridicate la plăci pentru zona întinsă, care nu rezultă dintr-un calcul, se vor respecta următoarele condiții constructive :

1) Barele se ridică la 1/5 din deschidere (măsurată la baza grinzii), (fig. VII.17).

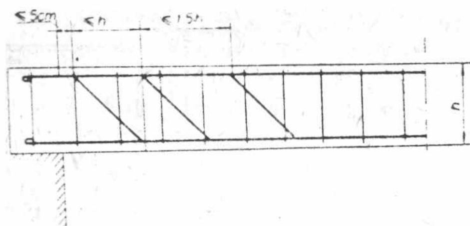


Fig. VII.15. Distanțele dintre barele înclinate.

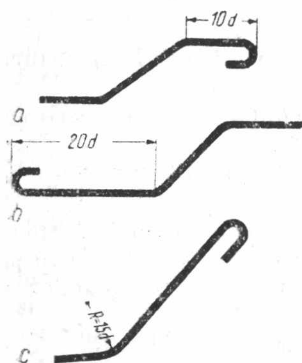


Fig. VII.16. Ancorarea barelor ridicate : *a* — în zona comprimată ; *b* — în zona întinsă ; *c* — în zona comprimată pentru grinzi mai înalte de 1,00 m ; *d* — bară flotantă (nu se utilizează).

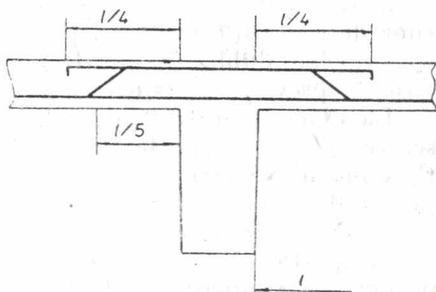


Fig. VII.17. Distanțe constructive pentru bare ridicate.

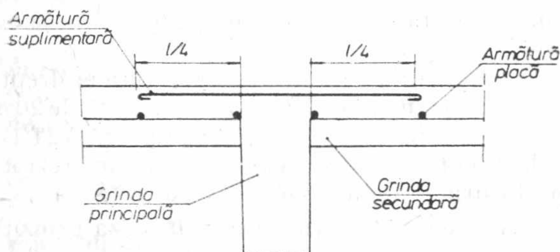


Fig. VII.18. Armare suplimentară la grinzile principale ale planșeelor.

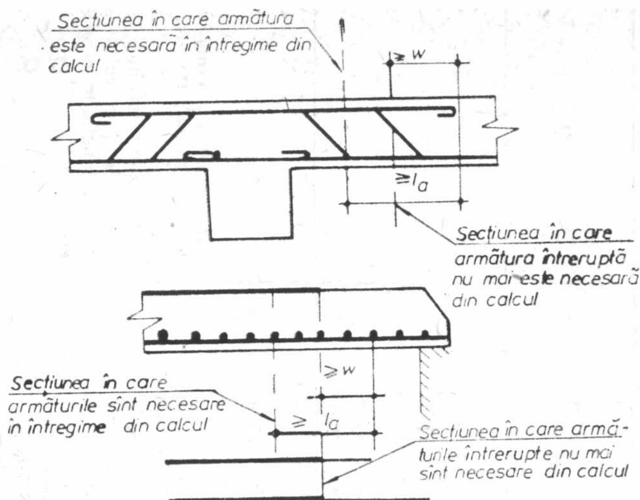


Fig. VII.19. Lungimi de ancorare lîngă reazeme în zonele întinse.

2) La reazeme simple, ridicarea se poate face la 1/10 din deschidere.

3) La plăci continue pe reazeme, armătura ridicată se face cel puţin pe 1/4 din deschidere (mai mare în cazul deschiderilor neegale).

Nu se admit bare ridicate flotante (fig. VII.16, *d*).

Înclinarea barelor faţă de axa elementului va fi de regulă de 45°, care se poate mări la 60° la grinzile înalte şi reduce la 30° la grinzi de înălţime mică.

Lungimile de ancorare prin aderenţă sînt în funcţie de zona de ancorare, tipul armăturii, natura prelucrărilor sale (ciocuri, suduri etc.), calitatea betonului etc. Aceste lungimi se stabilesc prin calcul. Unele valori ale lungimilor de ancorare sînt date direct de standardul de calcul, pentru diferite zone de ancorare : pe reazeme, (fig. VII. 18), înainte de reazeme, în zonele comprimate, întinse etc. (tabelul VII.8).

În figura VII.19 se arata cum se socotesc lungimile de ancorare în zonele unde apar eforturi de întindere ; eforturile transversale sînt preluate fie prin armăturile longitudinale din partea de jos sau de sus a grinzii, fie prin etrieri. Lungimile de ancorare calculate l_a sau lungimile de ancorare stabilite constructiv w sînt indicate în figură.

Pentru consolele stîlpilor sau consolele transversale ale grinzilor (fig. VII.20), armăturile longitudinale şi eventual cele înclinate vor fi ancorate pe o lungime de calcul l_a prestabilită ca pentru zonele întinse, socotită de la marginea stîlpului sau grinzii.

Tabelul VII.8. **Lungimile de ancorare (înnădiri) ale armăturilor**

Nr. crt.	Tipul de armătură	Zona de ancorare	Lungimea de ancorare l_a	Observații
1	Armătura de rezistență longitudinală cu ciocuri la capete OB 37 ; PC 52 ; PC 60	*Pe reazeme* (dincolo de marginea interioară) — elemente slab solicitate — elemente puternic solicitate	 10 *d* 15 *d*	STAS 10107/1-76
2	Idem pct. 1 + plase sudate cu armături cu ciocuri	*Înainte de reazem* (de la secțiunea în care nu mai este necesară armătura la eforturi de încovoiere și normale	15 *d* (min. 200 mm)	
3	Plase sudate și carcase legate cu sîrmă		20 *d* (min. 250 mm)	
4	Armătură de rezistență longitudinală OB 37 (cu ciocuri sau două bare transversale sudate), PC 52 ; PC 60	*În alte zone* Zona comprimată	15 *d*	
	Aderență bună, solicitare normală	Zona întinsă (cazuri curente) OB 37 (cu ciocuri) PC 52 ; PC 60	 (35—40) *d* (30—35) *d*	După marca betonului Bc 15 ; Bc 20 ; Bc 25
	Aderență* slabă, solicitare defavorabilă	OB 37 (cu ciocuri) PC 52 ; PC 60 Zona întinsă — bara nu este necesară din calcul pentru preluarea eforturilor — bara este necesară în întregime pentru a prelua eforturi normale	(45—50) *d* (40—45) *d* $w = 20\ d$ l_a (lungime calculată conform STAS 10107/1-76) min. 250 mm (v. fig. VII.19)	Pentru zone seismice și armăturile din colțurile stîlpilor lungimile se măresc cu 50 %

* *Aderența slabă* se consideră la elementele la care pot apărea segregări (bare orizontale, bare înclinate, înălțime mare). *Solicitările defavorabile* (GPA ⩾ 7, forțe concentrate mari).

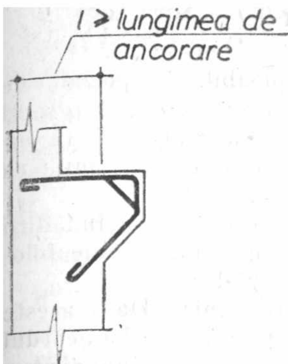


Fig. VII.20. Lungimi de ancorare la stîlpi.

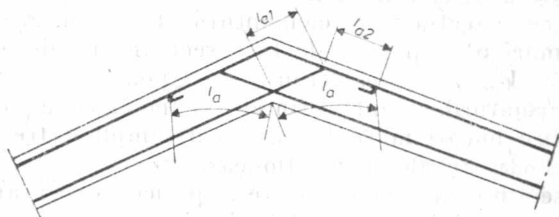


Fig. VII.21. Lungimi de ancorare în zona elementelor frînte.

Armarea în zonele de frîntură a elementelor liniare (bare) se face cu respectarea datelor constructive din figura VII.21 din care se vede că armarea se face printr-un sistem de bare întretăiate, cu lungime de ancorare l_a arătată pe figură, în care se ține seamă de întreaga lungime activă de ancorare $l_a = l_{a1} + l_{a2}$.

Pentru bare curbe sau cu unghiuri mai mari de 160° și bare subțiri (∅ ⩽ 14), îndoirea se poate face după conturul feței, însă se prevăd etrieri sau agrafe speciale (fig. VII.22 și VII.23).

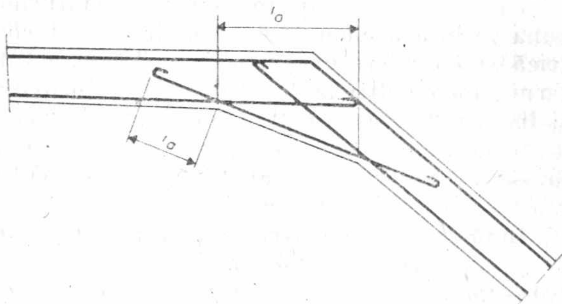


Fig. VII.22. Zona l_a de îndesire a etrierilor.

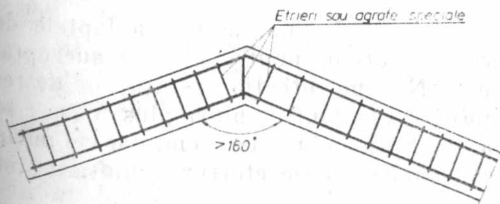


Fig. VII.23. Elemente curbe la care armăturile sînt asigurate cu etrieri perimetrali legați sau sudați.

7. Înnădirea armăturilor

Barele de oțel-beton puse în operă, pe cît posibil, în special cele întinse, vor fi folosite fără înnădiri. Înnădirile apar necesare în primul rînd din considerente de calcul, care stabilește aria armăturilor în diferite secțiuni ale elementului de beton, arie care diferă foarte mult ca mărime și poziție de la o secțiune la alta.

Un alt considerent, care poate conduce la necesitatea înnădirii armăturilor sînt cerințele tehnologice de execuție, cînd trebuie folosite bucăți mari de bare, care implicit trebuie înnădite.

Înnădirile se poziționează în secțiuni cu eforturi mici. Dacă aceste secțiuni nu sînt precizate în proiect, executantul trebuie să aibă acordul inginerului responsabil de lucrare asupra poziționării înnădirilor.

Înnădirea armăturilor se poate face prin suprapunerea barelor, prin sudare sau prin manșoane sau filete. Se recomandă ca înnădirea armăturilor cu $\varnothing > 25$ să se facă prin sudare (obligatoriu de la $\varnothing$ 32) sau prin procedee mecanice.

Nu se vor înnădi cu sudură bare avînd $\varnothing < 8$ mm.

Se va urmări ca într-o anumită secțiune să se înnădească numai o singură bară. Dacă trebuie să se înnădească mai multe bare într-o secțiune, se va urmări ca aria armăturilor întinse înnădite prin petrecere fără sudură, într-o singură secțiune, să fie de maximum 25% din aria totală de armătură întinsă în cazul armăturilor netede și maximum 50% în cazul armăturilor cu profil periodic laminat la cald.

Lungimea de suprapunere a armăturilor înnădite, amplasate în zona întinsă a elementelor solicitate la încovoiere, compresiune excentrică și întindere excentrică cu excentricitate mare, deci la stîlpi puternic încovoiați, la bare întinse și încovoiate și la bare comprimate și încovoiate (fig. VII.24), va fi egală cu cel puțin valorile calculate l_a și de minimum 250 mm ; pentru cazurile curente, se permite să se folosească valorile din tabelul VII.8 în locul formulelor de calcul a lungimilor de înnădire.

Înnădirea prin petrecere (suprapunere) nu este permisă :

— *la bare* $\varnothing \geqslant 25$ *mm ;*

— *la tiranți, diagonale și bare întinse, ale grinzilor cu zăbrele din beton armat.*

Barele suprapuse vor fi puse una lîngă alta, astfel ca laptele de ciment să înconjoare toată suprafața barelor pentru o bună aderență.

Înnădirea plaselor sudate din STNB, pe direcția armăturilor de rezistență, se va face prin suprapunere pe două ochiuri plus 5 cm ; se permite ca înnădirea să se facă și pe un ochi plus 5 cm, dar cel puțin 40 *d*, dacă înnădirea se face într-o zonă în care eforturile unitare sînt mici în armături.

Observație. Pentru înnădirile armăturilor în stîlpi comprimați excentric, în cazurile în care unul din capetele zonei de suprapunere corespunde unei solicitări de compresiune excentrică cu excentricitate mică, se permite ca lungimea de suprapunere să corespundă valorilor din tabelul VII.8, pct. 4 dacă se înnădesc în aceeași secțiune bare reprezentînd pînă la 50% din aria totală a armăturilor longitudinale și lungimi sporite cu 50% dacă se înnădește în aceeași secțiune o cantitate relativ mai mare.

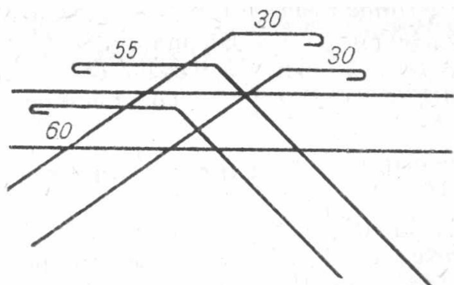


Fig. VII.24. Modul de suprapunere a armăturilor înnădite fără sudură.

Lungimea minimă de suprapunere pentru armăturile înnădite în zona comprimată va fi de 30 d pentru elemente executate cu betoane de marcă mai mică ca B_c 25, respectiv 20 d pentru elemente executate cu betoane de marcă B_c 25 sau mai mare. Lungimile de suprapunere pot fi reduse în mod corespunzător, dacă înnădirea se face într-o zonă de solicitare mai redusă.

La elementele liniare solicitate la compresiune, pe lungimea de suprapunere a armăturilor în zona de înnădire, etrierii vor fi îndesiți, distanța maximă dintre ei fiind de 10d.

Nu se admite executarea înnădirilor prin suprapunere fără sudură în elemente liniare a căror secțiune este întinsă în întregime (tiranți). De asemenea, se recomandă să nu se execute înnădiri prin suprapunere, fără sudură, la alte elemente întinse centric sau întinse excentric cu excentricitate mică, armate cu oțeluri netede.

Se admite înnădirea prin suprapunere fără sudură a armăturilor din pereții rezervoarelor sau silozurilor cu următoarele condiții :

1) *Diametrul armăturilor înnădite să nu depășească 20 mm.*

2) *Armăturile să fie realizate din bare cu profil periodic.*

3) *Secțiunile de înnădire să fie mai decalate decît la celelalte elemente,* astfel încît în aceeași secțiune de calcul să nu fie înnădite mai mult ca 25% din bare.

4) *Distanța dintre două înnădiri succesive* să fie $\geqslant 1{,}25\ l_a$.

5) *Lungimea de suprapunere* să fie $1{,}5\ l_a$.

Se admite ca l_a (lungimea de suprapunere) să fie luată din tabelul VII.8.

Înnădirea prin sudură în zonele seismice va avea o lungime a cordoanelor de sudură mai mare cu 50% față de zonele neseismice.

Înnădiri mecanice se pot realiza prin manșoane debitate din țevi presate la rece, prin manșoane filetate înșurubate pe capetele filetate sudate de capătul barelor ce se înnădesc sau manșoane umplute cu cimenturi expansive cu adaosuri.

8. Calculul lungimii barelor de armături

Calculul lungimii barelor se face, de regulă, de proiectant. În anumite cazuri acest calcul se face pe șantier, direct de către fierarii betoniști sau de șeful de echipă.

Lungimea unei bare de armături se compune din: porțiuni drepte, porțiuni înclinate, îndoiri și ciocuri.

La stabilirea lungimii se va ține seama de poziționarea armăturii, acoperirea cu beton, asigurarea distanțelor de la capătul elementului la capătul barei, corecturile datorită frînturilor elementului, lungimile de petrecere, lungimile pentru suduri etc.

Elementele ajutătoare pentru calculul lungimii sînt: formulele și tabelele pentru calculul necesar lungimii ciocurilor (v. tabelul VII.7); formulele, eventual tabelele pentru calculul lungimii barelor înclinate, în funcție de cotele din proiect cînd lungimea barei înclinate nu este dată.

Modul de cotare a planurilor a fost arătat în cap. I, dar trebuie urmărit dacă s-au notat axele barelor sau bara, inclusiv grosimea ei.

Calculul lungimii barei ridicate la 45° se poate face prin calculul ipotenuzei l a unui triunghi dreptunghic cu catetele egale a, rezultînd $l = a\sqrt{2} = 1,41a$.

Urmărind figura VII.25 se vede că bara ridicată AB cu lungimea l face parte din triunghiul ABC, în care latura $AC = a$ este diferența de lungime a barei ridicate măsurată în lungul barei longitudinale, iar $BC = b$ este înălțimea de ridicat sau devierea laterală care se marchează pe banc la fasonat.

Relațiile cunoscute sînt $l^2 = a^2 + b^2$ sau $l = \sqrt{a^2 + b^2}$ (valabilă pentru orice înclinare a barelor). Cînd unghiul de ridicare α este de 45°, $a = b$ și $l = a\sqrt{2} = 1,41a$.

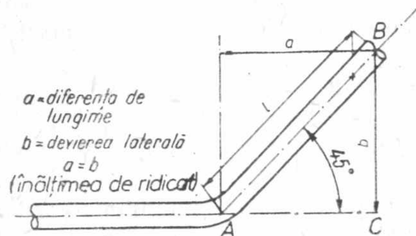


Fig. VII.25. Lungimea barelor cu armătură ridicată la un unghi α.

Exemplul 11. *O bară de armătură pentru o grindă* (v. fig. VII.4) *cu secțiunea transversală și lungimea grinzii de* $30 \times 55 \times 575$ *cm, marca* ③, *∅ 20 are următoarele caracteristici :* două ciocuri semicirculare ; două porțiuni drepte la partea superioară $AB = EF = 80$ cm ; o porțiune dreaptă la partea inferioară $CD = 366$ cm ± două porțiuni inclinate $BC = DE = 67$ cm (înclinarea la 45°) ; înălțimea grinzii 55 cm ; etrieri ∅ 8 ; acoperirea cu beton 25 mm pentru armătura de rezistență și 15 mm pentru etrieri (v. tabelul VII.6).

Porțiunile drepte nu ridică probleme, ele se iau ca atare din plan. La stabilirea porțiunilor drepte care trec peste reazeme ($AB = EF$) s-a ținut seama că între capătul elementului și marginea exterioară a ciocului să rămînă 1 cm (10 mm).

Pentru stabilirea lungimii porțiunilor înclinate s-a procedat astfel :

— din înălțimea $h = 55$ cm a grinzii s-au scăzut acoperirile de beton $2 \times 2{,}5$ cm și grosimea unui diametru de bară, rezultînd înălțimea de ridicare b (v. fig. VII.4), calculată în axa barelor :

$$b = 55 - 2 \times 2{,}5 - 2 \times 0{,}5 \times 2 = 48 \text{ cm};$$

— diferența de lungime în lungul barei este egală cu $a = b$, deoarece unghiul de ridicare este de 45° :

— calculul lungimii se face cu formula arătată $l = 1{,}41 \times 48 = 67{,}6$ cm și se rotunjește rezultatul la 67 cm.

Stabilirea lungimii ciocurilor se face cu ajutorul formulelor sau tabelului VII.7 și anume, ținînd seama că ciocul se va face pe o rolă cu diametrul $D = 2{,}5\,d$ și capătul drept va avea o lungime de $c = 3\,d$, cele două ciocuri vor avea lungimea :

$$2\,L_c = 2 \times 7\,d = 2 \times 7 \times 2 = 28 \text{ cm}.$$

Lungimea totală a barei va fi :

$$L = 2\,L_c + 2\,AB + CD + 2\,BC = 28 + 2 \times 80 + 366 + 2 \times 67 = 690 \text{ cm}.$$

La calculul *lungimii etrierilor* se procedează similar ținînd seama de grosimea barelor și grosimea stratului de acoperire.

Din secțiunea $A-A$ a grinzii se vede că grinda are baza $b = 30$ cm și înălțimea $h = 55$ cm.

Din înălțimea grinzii h se scade acoperirea cu beton de la partea superioară și inferioară a grinzii :

— *ramura orizontală a etrierului va fi :*

$$R_o = 30 - 2 \times 2{,}5 = 25 \text{ cm};$$

— *ramura verticală a etrierului va fi :*

$$R_v = 55 - 2 \times 2{,}5 = 50 \text{ cm}.$$

Dacă se ține seama și de grosimea etrierului ∅ 7 mm, calculul exact în axa etrierului este :

$$R_o = 30 - 2 \times 2{,}5 + 2 \times 0{,}7/2 = 25{,}7 \text{ cm (rotund 25 cm)};$$

$$R_v = 55 - 2 \times 2{,}5 + 2 \times 0{,}7/2 = 50{,}7 \text{ cm (rotund 50 cm)}.$$

Lungimea etrierilor deschiși și închiși se calculează prin adunarea lungimii ramurilor cu lungimea necesară ciocurilor :

$$L_c = 7\,d = 7 \times 0{,}7 = 5 \text{ cm};$$

$$L_{etr}^{desch} = R_o + 2R_v + 2L_c = 25 + 2 \times 50 + 2 \times 5 = 135 \text{ cm};$$

$$L_{etr}^{inch} = 2 \times R_o + 2R_v + 2L_c = 2 \times 25 + 2 \times 50 + 2 \times 5 = 160 \text{ cm}.$$

B. REGULI PENTRU ARMAREA CU PLASE SUDATE A ELEMENTELOR DIN BETON ARMAT

1. Reguli generale

Plasele sudate sînt destinate, de regulă, armării elementelor din beton armat plane sau curbe (plăci de planșeu și acoperiș, pereți, pardoseli, panouri prefabricate, ziduri de sprijin, rezervoare, silozuri etc.) și sînt executate, de regulă, din sîrmă trasă de rezistență medie.

Plasele sudate sînt alcătuite din bare netede sau cu profil periodic OB 37 ; PC ; STNB și STPB cu ∅ 3—12 mm.

Plasele sudate pot fi plase sudate uzinate de mare serie și plase produse în ateliere de armături prefabricate sub formă de plase cu lățimi mari sau plase înguste executate la mașini cu o singură pereche de electrozi.

Plasele pot fi utilizate ca : *plase sudate de rezistență ; plase sudate constructive ; plase sudate ca armătură nepretensionată în elemente de beton precomprimat.*

Plasele nu se utilizează la elemente supuse încărcărilor dinamice. Plasele uzinate pot fi livrate sub formă de plase plane sau plase în rulouri.

Armătura de rezistență a plaselor poate fi dispusă longitudinal (după latura lungă a plasei), transversal (după latura scurtă a plasei) sau după ambele direcții (fig. VII.26, *a*, *b*, *c*). Armătura de rezistență poate fi și întreruptă (fig. VII.26, *d*).

Confecționarea plaselor sudate este condiționată de utilajele de care dispune producătorul (v. cap. V).

În figura VII.27 și tabelul VII.9 se dau caracteristicile plaselor uzinate care se pot confecționa la Întreprinderea de Sîrme și Plase Sudate (I.S.P.S.) — Buzău.

La confecționarea barelor sudate în uzine și ateliere este necesar să se țină seama de următoarele reguli :

1) *La stabilirea dimensiunilor plaselor, de posibilitățile de transport și manipulare.*

2) *Plasele care se execută trebuie să fie într-un număr limitat de tipuri.*

3) *Barele transversale se sudează perpendicular pe cele longitudinale.*

4) *Distanțele între barele longitudinale sînt modulate (multiplu de 50 mm).*

5) *Lungimea capetelor barelor longitudinale c_l va fi de cel puțin 25 mm, iar lungimea capetelor c_t ale barelor transversale va fi de cel puțin 10 mm (fig. VII.27).*

6) *Plasele au de regulă toate nodurile sudate.*

7) *Plasele pot fi îndoite cu respectarea razelor de îndoire și a distanțelor minime de la începutul curburii (fig. VII.28). La oțelurile din PC razele de îndoire se dublează.*

8) *Raportul dintre diametrele barelor se limitează la 0,60.*

În figura VII.29 se dau combinații admise la plasele din sîrme trase pentru beton. Se admit și alte combinații pe bază de experimentări.

Notarea plaselor sudate va conține următoarele date:

— forma de livrare: P — — panou, R — rulou;

— parametrii geometrici ai plasei, în cifre, în ordinea următoare: $d_l \times l_l/d_t \times l_t$ — — $B \times L - c_{l1} + c_{l2}/c_{t1} + c_{t2}$ (cu semnificația de pe figura VII.27). — STAS 438/3-80.

Exemplu de notare:

O plasă sudată sub formă de panou avînd: $d_l = 6$ mm; $l_l = 300$ mm; $d_t = 4$ mm; $l_t = 200$ mm; $B = 2\,600$ mm; $L = 6\,000$ mm; $c_{l1} = c_{l2} = 75$ mm; $c_{t1} = c_{t2} = 50$ mm, se va nota astfel:

P 6 × 300/4 × 200 — 2 600 × × 6 000 — 75 + 75/50 + 50 — — STAS 438/3-80.

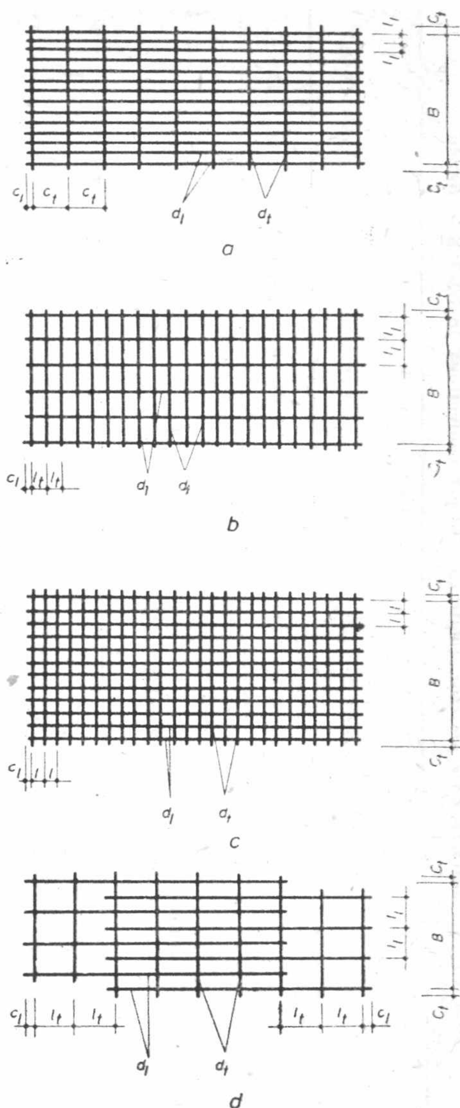


Fig. VII.26. Tipuri de plase sudate:

a — cu armătura de rezistență longitudinală; *b* — cu armătura de rezistență longitudinală și transversală; *c* — cu ochiuri pătrate; *d* — întreruperea plaselor cu armătura de rezistență longitudinală și transversală.

Tabelul VII.9. **Caracteristicile plaselor sudate care se pot confecționa la I.S.P.S. — Buzău**

Denumirea	Unitatea de măsură	Tipul mașinii de sudat: SMP-2650-50-90 × 100	GSA-M-27/35	GSA-H-27/35		GSA-H-30/40	
Tipul plaselor	—	Plane	Plane	Plane	Rulouri	Plane	Rulouri
Lățimea minimă a plasei B_c (lungimea maximă a barelor transversale)	mm	2 750	2 700	2 700		3 000	
Lățimea maximă între axele barelor longitudinale extreme B	mm	2 650	2 650	2 650		2 950	
Distanța dintre axele barelor longitudinale l_l	mm	50, 100 etc. și 75, 150 etc.	50—300	50—300		50—300	
Multiplu de	mm	50 sau 75	25	25		25	
Distanța între axele barelor transversale l_t	mm	50—300	50—420	50—420		50—420	
În trepte de	mm	Fără trepte	Fără trepte	Fără trepte		Fără trepte	
Diametrul barelor longitudinale d_l	mm	3—10	25—12	25—12 (25—8)		25—12 25—8	
Îndreptate și tăiate în prealabil (Î.T.P.) sau din colac (C)	—	Î.T.P.	Î.T.P.	Î.T.P. și C		Î.T.P. și C	

Diametrul barelor transversale d_t îndreptate și tăiate în prealabil Î.T.P.		mm —	3—10 Î.T.P.	2,5—12 Î.T.P.	2,5—12 Î.T.P.	2,5—12 Î.T.P.
Suma diametrelor maxime care se pot suda pe toată lățimea mașinii d_l, d_t	Pentru $l_l = 50$ mm	mm	11		10(5 + 5)	
	Pentru $l_l = 75$ mm	mm	13		16(8 + 8)	
	Pentru $l_l = 100$ mm	mm	15		19(9,5 + 9,5)	
	Pentru $l_l > 150$ mm	mm	20		24(12 + 12)	

Notații (v. și fig. VII.27):

L = lungimea plaselor între axele barelor transversale extreme;

L_c = lungimea plaselor între capetele barelor longitudinale (inclusiv depășirea c_l peste axele barelor transversale extreme);

B = lățimea plaselor între axele barelor longitudinale extreme;

B_c = lățimea plaselor între capetele barelor transversale (inclusiv depășirea c_l peste axele barelor longitudinale extreme);

d_l = diametrul barelor longitudinale;

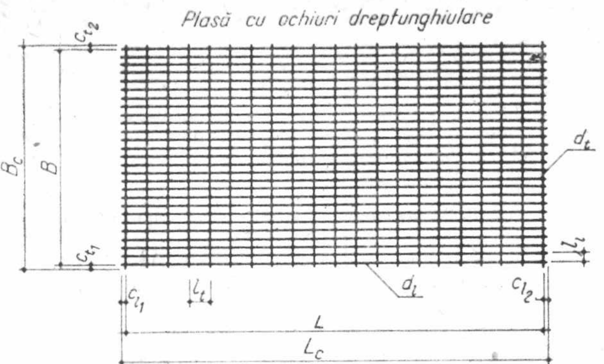
d_t = diametrul barelor transversale;

l_l = distanța dintre axele barelor longitudinale;

l_t = distanța dintre axele barelor transversale;

c_l = depășirea capetelor barelor longitudinale peste axele barelor transversale extreme;

c_t = depășirea capetelor barelor transversale peste axele barelor longitudinale extreme.



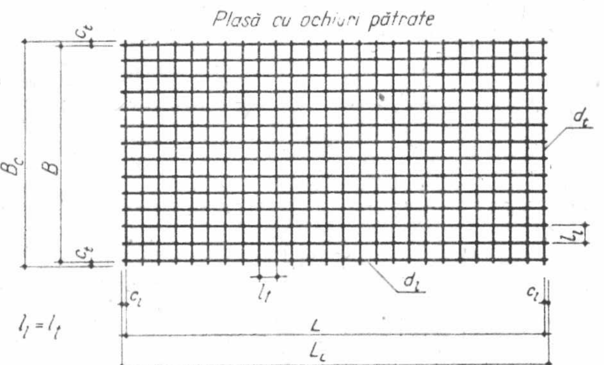


Fig. VII.27. Caracteristicile plaselor confecţionate la I.S.P.S. — Buzău.

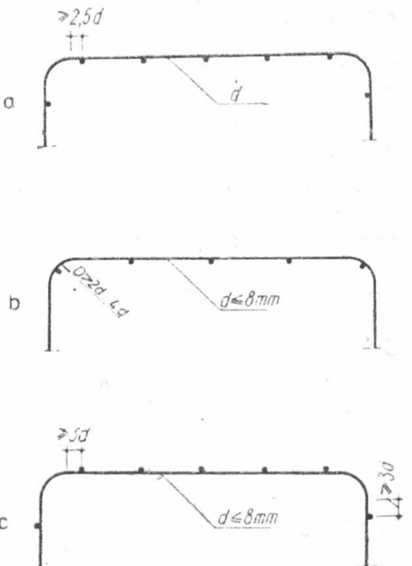


Fig. VII.28. Îndoirea plaselor sudate :

a — cu noduri sudate la partea interioară a îndoiturii (cazul general) ; *b* — cu noduri sudate la partea interioară a îndoiturii pentru $d \leq 8$ mm ; *c* — cu noduri sudate la partea exterioară (convexă a îndoiturii pentru $d \leq 8$ mm (d — diametrul barelor longitudinale îndoite).

d_t, mm \ d_l, mm	3	3,55	4	4,5	5	5,6	6	6,5	7,1	8	9	10
3	●	●	●	●	●							
3,55	●	●	●	●	●	●						
4	●	●	●	●	●	●	●	●				
4,5	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
5,6		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
6			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6,5			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7,1				●	●	●	●	●	●	●	●	●
8					●	●	●	●	●	●	●	●
9						●	●	●	●	●	●	●
10							●	●	●	●	●	●

Fig. VII.29. Combinații admise între diametrele barelor care se sudează.

2. Condiții generale de armare

La folosirea plaselor sudate trebuie să se țină sema de modul lor de alcătuire, diametrul barelor, raportul dintre bare, distanța dintre bare, aria secțiunii active, modul de înnădire și modul de ancorare. Forma plaselor impune reguli constructive speciale pentru utilizare.

a. **Procentul minim de armare.** Se pune condiția ca elementele armate cu plase sudate să se comporte ca elemente de beton armat, deci să se rupă, după fisurare, prin curgerea armăturii.

Se recomandă ca procentele minime de armare să fie :

0,10% pentru elementele din beton B_c 15 și B_c 20 ;

0,15% pentru elementele din beton B_c 25 și B_c 27,5.

Procentele se stabilesc în raport cu aria totală a secțiunii de beton. În zone slab solicitate procentele de armare se reduc la 0,05%. Aria secțiunii barelor de repartiție va trebui să fie de cel puțin 10%.

b. **Diametrele minime și distanțele minime și maxime între barele plaselor.** Diametrul minim folosit este :

3 mm pentru armări constructive și elemente prefabricate executate în fabrici (se recomandă 4 mm) ;

4 mm pentru elemente de rezistență executate pe șantier (se recomandă 5 mm) ;

5 mm pentru armăturile de pe reazeme și cele supuse acțiunilor corosive.

Pentru fundații, diafragme sau alte elemente cu caracter special, diametrele minime se stabilesc prin instrucțiuni speciale.

Distanțele minime (lumina) între barele de rezistență ale plaselor sudate sînt în funcție de diametrul barelor. Distanța maximă se limitează la 35 mm (tabelul VII.9 ; v. fig. VII.26).

Tabelul VII.9. **Diametrele și distanțele minime între barele plaselor**

Caracteristici	Diametrul barelor longitudinale d_l	
	3 – 7,1 mm	8 – 12 mm
Diametrul minim al barelor transversale, d_t, mm	4 – 4,5	5 – 8
Distanța minimă între axele plaselor l_l sau l_t, mm	50	75

În cazul suprapunerii plaselor sudate, distanțele minime (lumina) dintre barele aceleiași secțiuni se pot reduce la 25 mm la plasele inferioare a plaselor și la 30 mm la plasele superioare, care reprezintă condiția unei bune betonări (pătrunderea granulelor) ; distanțele reduse se referă la bare care fac parte din plase diferite.

Unele plase pot avea sudate cîte două bare alăturate.

Distanța maximă între barele plaselor, de regulă, rezultă din calcul (elementul nu trebuie să fisureze peste anumite limite prescrise).

c. **Determinarea ariei secțiunii și masei plaselor sudate.** Aria secțiunilor se determină pe baza rezistențelor de calcul ale armăturilor (v. cap. III).

Pentru plasele livrate de I.S.P.S. — Buzău, se vor lua următoarele rezistențe :

R_a = 370 N/mm² pentru sîrme $\varnothing \leqslant 7{,}1$ mm ;

R_a = 325 N/mm² pentru sîrme $\varnothing \approx 8 \ldots 10$ mm.

Pentru determinarea ariei secțiunii armăturii (tabelul VII.10) se fac calcule sau se folosesc grafice.

Masele plaselor sudate se determină cu ajutorul tabelului VII. 11.

Folosirea tabelului VII.11 se face cu ajutorul caracteristicilor plaselor arătate în figura VII.30. Astfel :

1) Pentru exemplul din figura VII.30, *a*, plasa are următoarele caracteristici :

— lățime 2,40 m ; bare $\varnothing$ 4 ; l_l = 200 mm (interax) ;

— lungime 4,80 m ; bare $\varnothing$ 7,1 ; l_t = 200 mm (interax) ;

— depășirile barelor la margine c_t și c_l = 100 mm (respectiv jumătate din distanțele dintre barele l_l și l_t, condiție în care s-a calculat tabelul VII.11 ;

— masa pe 1 m² este : pentru barele transversale m_t = 0,49 kg/m², iar pentru barele longitudinale m_l = 1,56 kg/m² ;

— masa totală a plasei va fi :

$$m = (0,49 + 1,56) \times 2,4 \times 4,8 = 22,50 \text{ kg}.$$

2) Pentru exemplul din figura VII.30, *b* la care barele sînt la distanțe inegale, masa se obține prin înmulțirea masei unei bare *m* (kg/m) cu numărul barelor *n* și lungimea lor *L* (mm) :

Tabelul VII.10. **Aria secțiunilor plaselor sudate în cm²/1 m (pe direcția de calcul)**

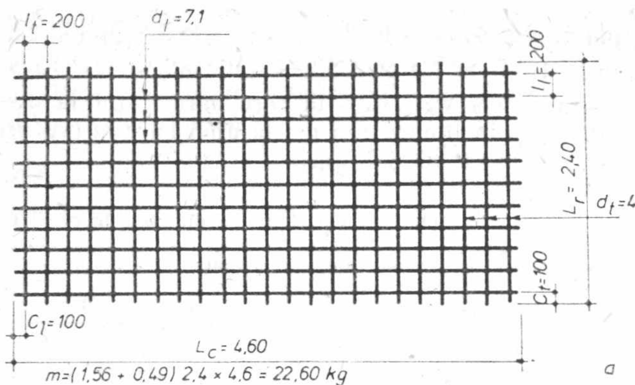
Diametrul barelor mm	Aria pentru o bară cm²	Aria pentru toate barele, aflate la distanța între axe de :					
		50 mm	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm
3,00	0,071	1,42	0,47	0,36	0,36	0,28	0,24
3,55	0,099	1,98	0,99	0,66	0,49	0,40	0,33
4,00	0,126	2,52	1,26	0,84	0,63	0,50	0,42
4,50	0,159	3,18	1,59	1,06	0,80	0,64	0,53
5,00	0,196	3,93	1,96	1,31	0,98	0,78	0,56
5,60	0,246	4,92	2,46	1,64	1,23	0,98	0,82
6,00	0,283	5,66	2,83	1,88	1,41	1,13	0,94
7,11	0,396	7,92	3,96	2,64	1,98	1,58	1,32
8,00	0,447	8,94	4,47	2,98	2,23	1,70	1,88
9,00	0,565	11,31	5,65	3,77	2,83	2,26	1,48
10,00	0,698	13,97	6,98	4,66	3,48	2,79	2,33

Observații : Pentru barele Ø8 — Ø 10 s-a luat o arie redusă cu 0,89 față de ariile calculate pentru diametre mici, datorită rezistențelor mai scăzute ale barelor mai groase.

Pentru elementele subțiri și de deschideri mari, aria secțiunii poate rezulta și din condiția ca elementul să nu depășească o anumită săgeată, iar fisurile să nu se deschidă peste o anumită mărime. Instrucțiunile arată cînd se fac aceste verificări (la ce dimensiuni ale elementelor).

Tabelul VII.11. **Masele plaselor sudate din STNB pentru diferite diametre și distanțe între bare (pe 1 m² de plasă)**

Diametrul barelor mm	Masa unei bare kg/m	Masa barelor într-o direcție, în kg/m², pentru distanța dintre bare de :					
		50 mm	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm
3,00	0,055	1,11	0,55	0,57	0,28	0,22	0,18
3,55	0,078	1,56	0,78	0,52	0,39	0,31	0,26
4,00	0,099	1,98	0,99	0,58	0,49	0,39	0,33
4,50	0,125	2,50	1,25	0,83	0,63	0,50	0,42
5,00	0,154	3,08	1,54	1,03	0,77	0,62	0,51
5,50	0,193	3,86	1,93	1,28	0,97	0,77	0,64
6,00	0,222	4,44	2,22	1,48	1,11	0,89	0,74
7,10	0,311	6,22	3,11	2,08	1,56	1,24	1,04
8,00	0,395	7,89	3,95	2,53	1,97	1,58	1,32
9,00	0,499	9,99	4,99	3,33	2,50	2,00	1,65
10,00	0,517	12,33	6,17	4,11	3,03	2,46	2,06



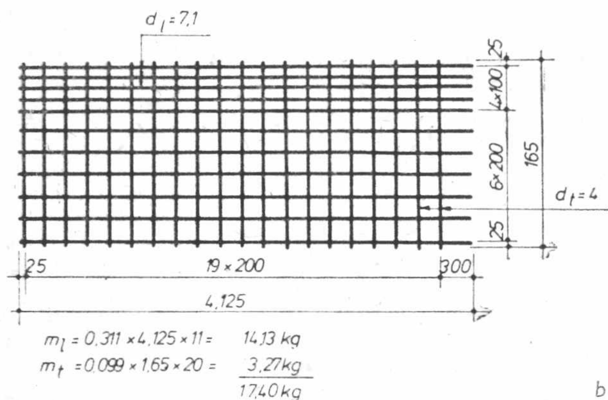


Fig. VII.30. Tipuri de plase (exemple pentru calculul masei): *a* — cu distanțe egale între bare; *b* — cu distanțe neegale între bare și depășiri nesimetrice.

NOTĂ Diametrele barelor și distanța între bare se exprimă în mm, iar lungimile barelor, în m

— masa barelor transversale;

$$m_1 = m_t n_t l_t = 0{,}099 \times 20 \times 1{,}85 = 3{,}27;$$

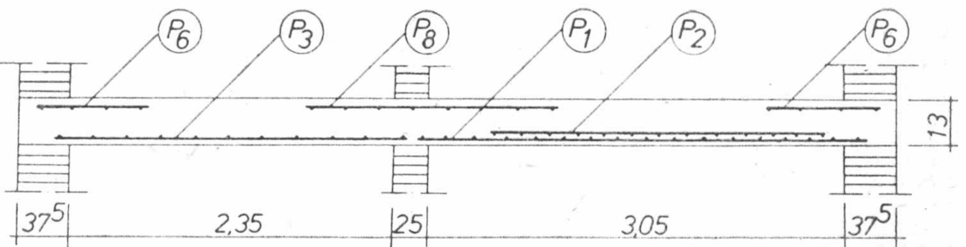
— masa barelor longitudinale:

$$m_2 = m_l n_l l_l = 0{,}311 \times 11 \times 4{,}125 = 14{,}13;$$

— masa totală:

$$m = m_1 + m_2 = 3{,}27 + 14{,}13 = 17{,}40 \text{ kg}.$$

d. **Reguli de redactare a proiectelor la armarea cu plase sudate.** Plasele cu care se armează elementele sînt indicate cu poziția lor, iar în extrasul de armătură se indică și poziția fiecărei plase, greutatea plasei pe bucată și totală, care este prevăzută în catalogul de plase.



EXTRAS DE PLASE SUDATE

Marca	Caracteristicile plasei	Lungimea capetelor libere		Masa plasei, kg	Număr bucăți		Masa totală, kg	
		Longit. mm	Transv. mm		La un nivel	La toată clădirea	La un nivel	La toată clădirea
P_1	A5,6×100/4,5×100–2,6×3,2	25	10	26,88	2	4	53,76	107,52
P_2	A4,5×100/5,6×100–2,4×4,5	25	10	36,70	1	2	36,70	73,40
P_3	A4×250/7,1×100–2,5×4,0	25	10	36,50	1	2	36,50	73,00

Fig. VII.31. Armarea cu plase și extrasul de armătură.

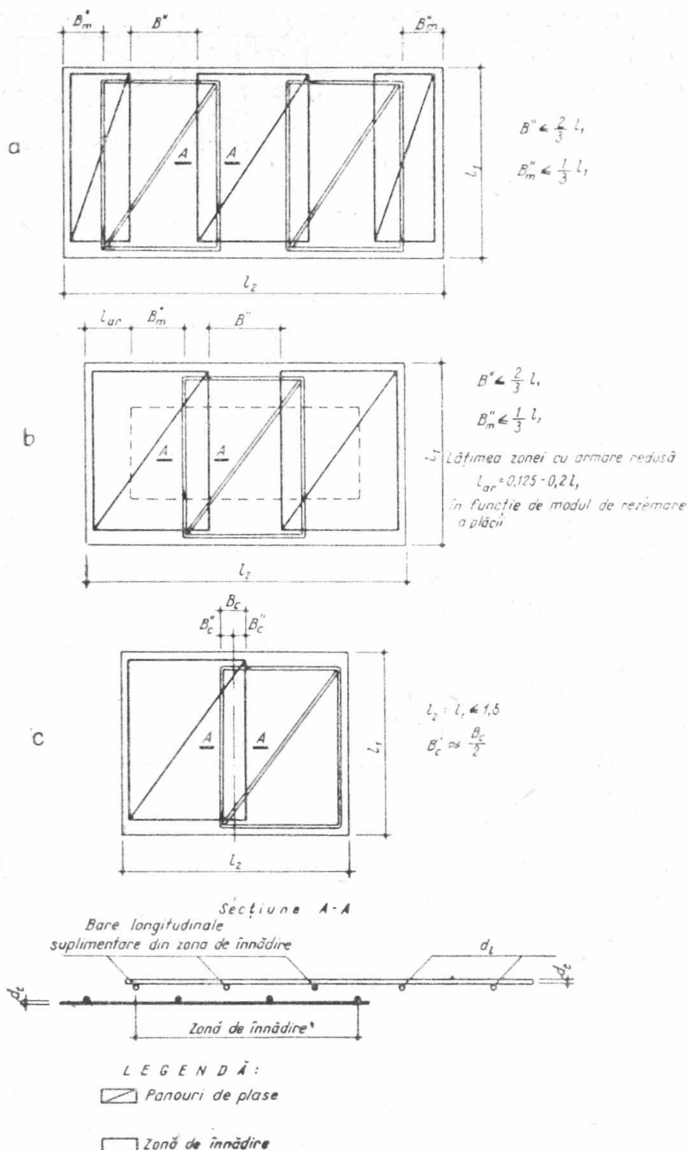


Fig. VII.32. Condiții pentru luarea în considerație a barelor suplimentare din zonele de înnădire :

a — cazul general ; *b* — pentru plăci armate cruciș cu armare redusă în fîșiile marginale ; *c* — pentru plăci armate cruciș cu două plase pe lățimea elementului și $l_2 : l_1 \leq 1,5$; l_{ar} — lățimea zonei cu armare redusă.

Pentru plăci se vor indica pe planşe : *poziția plaselor (sus și jos), (fig. VII.31) ; depășirea plaselor peste reazeme ; lățimea de înnădire pe ambele direcții ale plaselor ; dimensiunile plaselor între axele barelor marginale extreme ; conturul plaselor se reprezintă prin dreptunghiuri (fig. VII.32).*

Notarea plaselor a fost arătată anterior.

În cazul în care se folosesc mai multe plase, se consideră aria totală a plaselor astfel alese, ca această arie să fie cît mai apropiată de aria de calcul.

Dacă peste plase se adaugă bare legate cu sîrmă se vor adăuga şi aceste bare în calculul secțiunilor.

Barele care se adaugă plaselor prin legare sau chiar prin sudare se va căuta să fie de calitate apropiată barelor din plase. Se admite ca barele adăugate să fie și de calitate PC 52 sau PC 60.

În dreptul golurilor din plăci, plasele se întrerup prin tăiere, iar golul se va borda cu bare suplimentare, avînd aria secțiunii echivalentă barelor întrerupte. Aceste bare se sudează între ele la colțuri şi se vor suda și de placă în cel puţin două puncte de sudură de fiecare parte a golului sau vor avea lungimea necesară de ancoraj, în funcţie de calitatea oțelului și marca betonului (fig. VII.33).

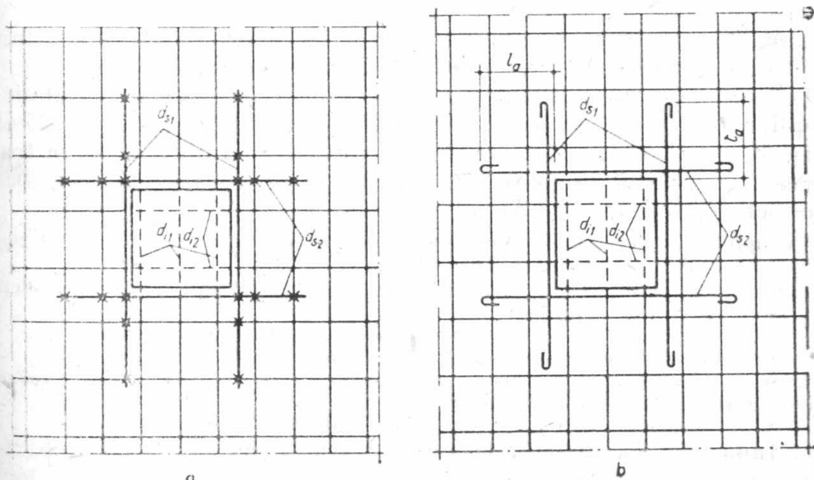


Fig. VII.33. Barele de bordare ale golurilor în plăci de beton armat cu plase sudate :

a — cu sudură prin puncte ; b — prin aderență ; d_{s1}, d_{s2} — diametrul barelor suplimentare ; d_{i1}, d_{i2} — diametrul barelor întrerupte.

$d_{s1} = \frac{\Sigma d_{i1}}{2}$; $d_{s2} = \frac{\Sigma d_{i2}}{2}$; l_a — lungimea de ancorare conform prescripțiilor în vigoare.

3. Înnădirea plaselor sudate

În foarte multe cazuri, la construcțiile executate monolit pe șantier, nu se poate face armarea cu o singură plasă; pentru realizarea continuității plaselor, acestea se înnădesc prin petrecere (suprapunere) fără sudură, atît în lungul plasei (de regulă înnădiri pe direcția barelor de rezistență), cît și pe lățimea plasei (înnădire pe direcția barelor de repartiție).

a. **Înnădirea pe direcția barelor de rezistență.** *Înnădirea plaselor din sîrmă trasă* (STNB) se face prin petrecerea plasei de deasupra pe o lungime care rezultă din condiția: petrecerea minimă se face pe lungimea l_a egală cu un ochi de plasă + 50 mm, dar nu mai puțin de 40 d_1 (d_1 fiind diametrul barelor de rezistență longitudinale), (fig. VII.34).

Această lungime minimă de petrecere se admite dacă înnădirea este într-o zonă slab solicitată (jumătate din solicitarea maximă a plasei), deci nu în mijlocul plăcii. În cazul în care înnădirea se face în zona cea mai solicitată a plăcii, lungimea de înnădire l_a se mărește la două ochiuri plus + 50 mm; această lungime se aplică și în cazul în care plasele au bare care diferă ca diametru mai mult decît raportul $d_1/d_2 \geqslant 2{,}5$, iar condiția $l_a \geqslant 40\,d_1$ se aplică și în acest caz. În cazul înnădirii în zona comprimată, lungimea totală de petrecere l_a poate fi de 30 d_1, dar nu mai mică de 15 cm.

Lungimea de petrecere l_a nu include extremitatea barelor; lungimea totală, inclusiv extremitatea barelor, se notează cu l_s.

La barele cu profil periodic, lungimea de suprapunere l_s trebuie să îndeplinească numai condiția $l_s = 40\,d_1$ (dar nu mai puțin de 25 cm).

În figura VII.34 se arată și cazurile de înnădire fără bare transversale în cuprinsul înnădirii, fie la o singură plasă (fig. VII.34, *d*), fie la ambele plase (fig. VII.34, *e*).

Exemplul 12. Înnădirea a două plase sudate din STNB, cu ochiuri pătrate de 20 mm interax cu bare longitudinale ∅ 5 și bare de repartiție ∅ 4.

Lungimea de petrecere l_a pentru barele de rezistență va fi în zonele slab solicitate (mai puțin de jumătate din solicitarea maximă):

$l_a = 1$ ochi $+ 50$ mm $= 200$ mm $+ 50$ mm $= 250$ mm (25 cm);

$l_a = 40\,d_1 = 40 \times 5 = 200$ mm < 250 mm.

Lungimea de petrecere l_a pentru barele de rezistență va fi în zonele de solicitări maxime la elemente încovoiate sau întinse

$l_a = 2$ ochiuri $+ 50$ mm $= 400 + 50 = 450$ mm (45 cm).

b. **Înnădirea pe direcția barelor de repartiție.** Barele de repartiție nefiind considerate bare de rezistență se admite ca înnădirea lor să se facă fie prin suprapunere (petrecere), fie cu ajutorul unei plase mici suplimentare (care asigură petrecerea plaselor speciale cu bare ∅ < 12).

Petrecerea plaselor se face în următoarele condiții (fig. VII.35):

1) *Lungimea de petrecere minimă pentru barele cu ∅ 4, l_a = 50 mm (5 cm).*

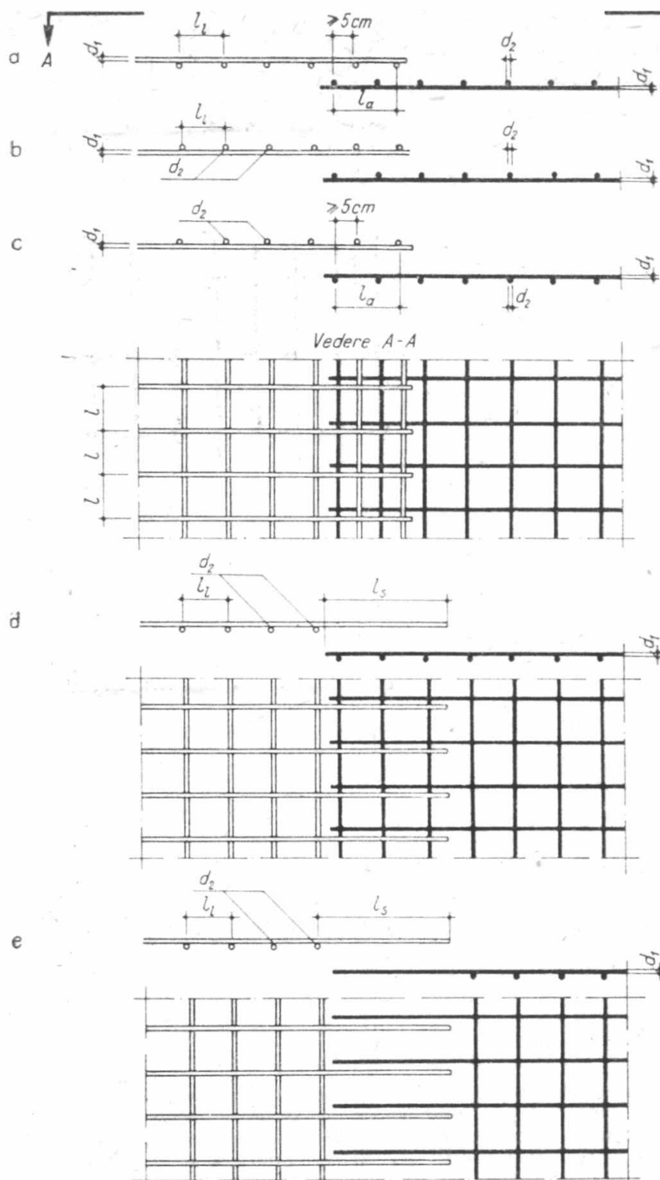


Fig. VII.34. Înnădirea plaselor sudate pe direcția barelor de rezistență :

a — cu barele de repartiție transversale dispuse în același plan ; *b* — cu barele de rezistență longitudinale și de repartiție transversale în planuri diferite ; *c* — cu barele de rezistență în același plan ; *d* — fără bare transversale în cuprinsul înnădirii la una din plase ; *e* — fără bare transversale în cuprinsul înnădirii la ambele plase ; l_s — lungimea totală de suprapunere.

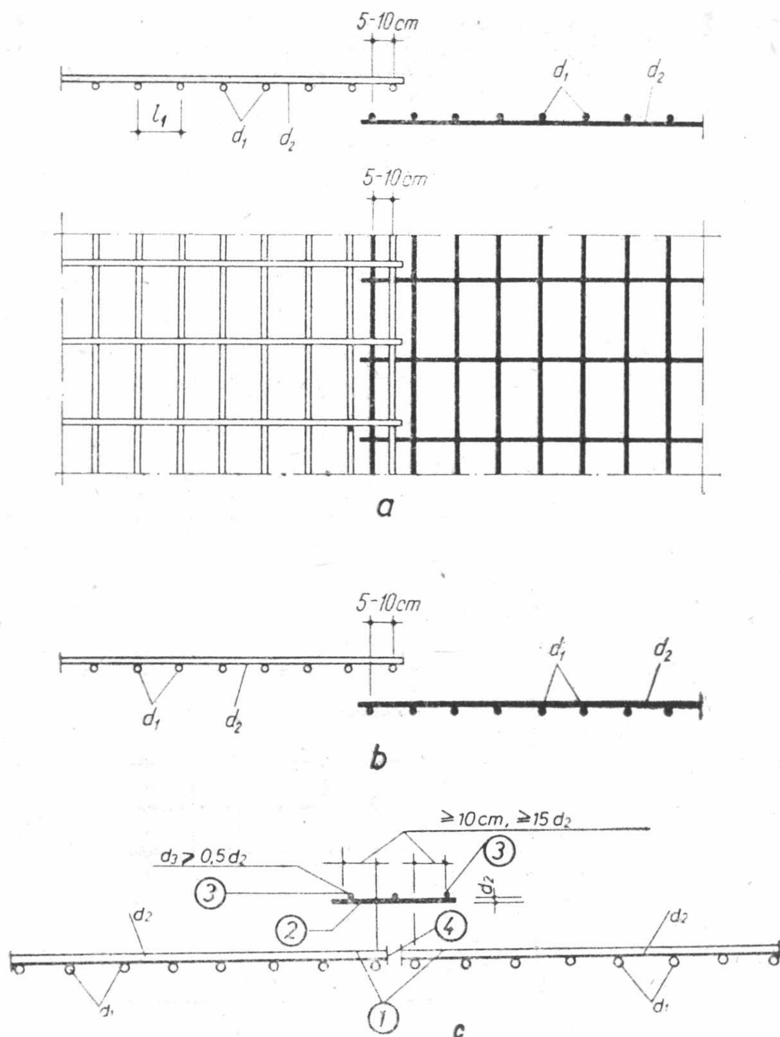


Fig. VII.35. Înnădirea plaselor sudate pe direcția barelor de repartiție :

a — înnădirea prin suprapunere cu așezarea barelor de rezistență în același plan ; *b* — înnădirea prin suprapunere cu așezarea barelor de rezistență în planuri diferite; *c* — înnădirea plaselor sudate cu bare de rezistență $\varnothing < 12$ mm cu ajutorul unei plase sudate suplimentare ; ① — plasă de bază ; ② — plasă suplimentară ; ③ — barele longitudinale extreme ale plasei suplimentare ; ④ — barele longitudinale extreme ale plasei de bază.

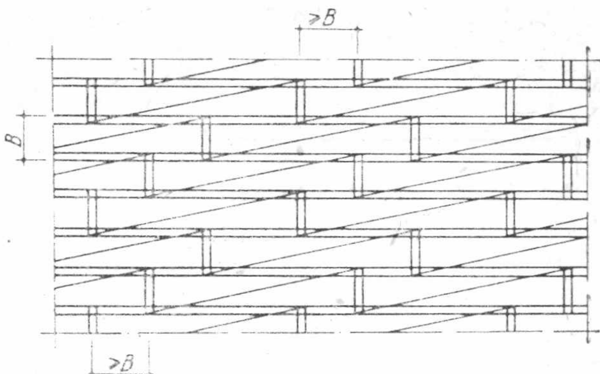


Fig. VII.36. Distanțele minime dintre înnădiri în lungul plaselor sudate. Plasele sudate se reprezintă prin dreptunghiuri cu diagonală.

2) *Lungimea de petrecere minimă pentru barele cu* $\varnothing > 4$, $l_a = 100$ *mm (10 cm).*

3) *Lungimile de petrecere, în cazul folosirii plaselor suplimentare* $2l_a = 2 \times 100$ *mm* $> 15\, d_2$ *(plasa suplimentară trebuie să aibă diametrul barei care asigură petrecerea* d_2 *egal cu cel al plaselor, iar barele transversale trebuie să aibă diametrul barei* $d_3 \geqslant 0{,}5\ d_2$.

În figura VII.36 se arată modul de plasare a înnădirilor de rezistență, la armarea plăcilor de dimensiuni mari. La acest mod de amplasare se respectă condiția ca aria înnădirilor să nu fie mai mare de jumătate din aria totală a armăturii.

Exemplul 13. Pentru plasele din exemplul 12 lungimea de petrecere minimă a barelor de repartiție va fi $l_a = 50$ mm (5 cm) deoarece $d_2 \leqslant 4$ mm.

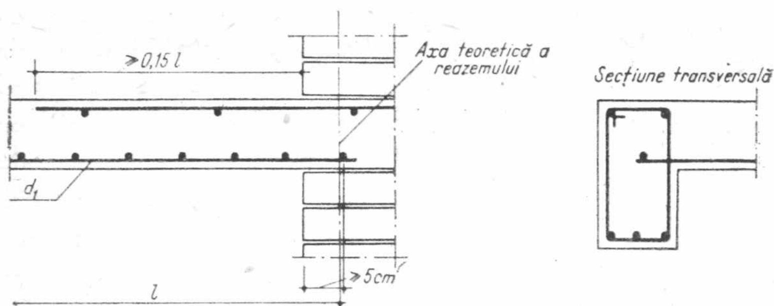
Observație. Dacă barele de repartiție d_2 sînt mai mari de 4 mm, lungimea de petrecere se dublează, $l_a = 100$ mm (10 cm).

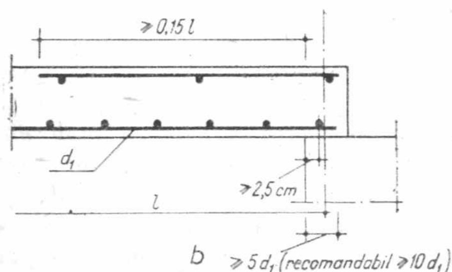
4. Ancorarea și întreruperea plaselor sudate

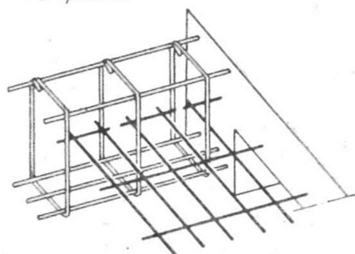
De regulă, plasele sudate, se execută fără ciocuri.

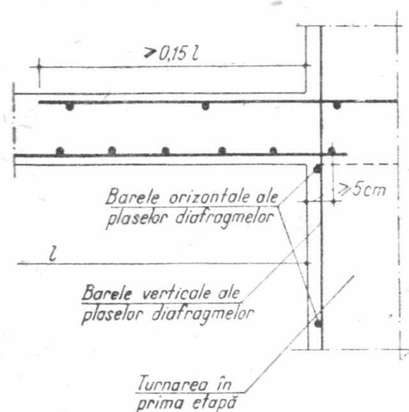
Ancorarea plaselor sudate pe reazeme se face în funcție de tipul reazemelor, de exemplu pentru armătura de rezistență de la partea inferioară a plasei.

a. **Ancorarea plaselor sudate la reazeme simple (fără încastrare sau continuitate).** O bară transversală a plasei de rezistență de jos trebuie să se găsească dincolo de marginea interioară a reazemului la distanța precizată în proiect (min. 25—50 mm) în funcție de soluția constructivă (tipul de planșeu, natura rezemării), (fig. VII.37 și VII.38).









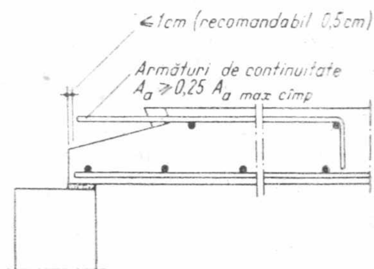


Fig. VII.37. Ancorarea plaselor sudate pe reazeme simple:

a — cazul general; *b* — cazul rezemării plăcilor prefabricate pe elemente de beton sau metal; *c* — recomandare de ancorare în diafragme din beton; *d* — cazul rezemării pe grinzi, centuri etc., cu etrieri; *e* — cazul plăcilor prefabricate cu armături de continuitate.

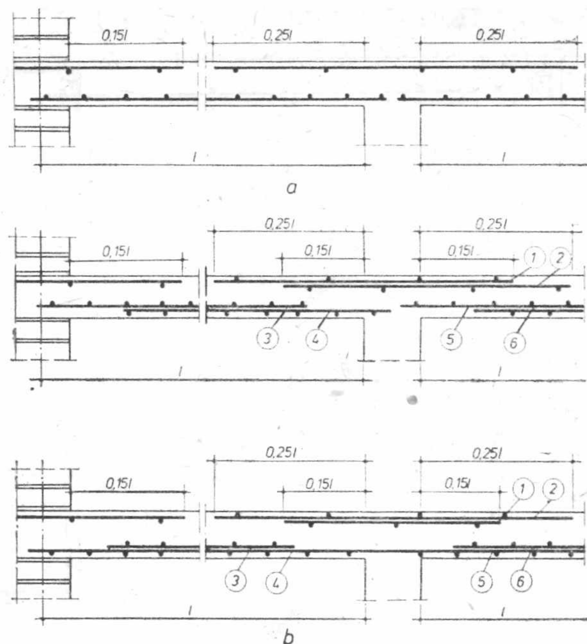


Fig. VII.38. Plăci armate pe o direcţie cu plase sudate :

a — plase suprapuse decalate ; *b* — idem, în trepte. Barele ① şi ② ; ③ şi ④ ; ⑤ şi ⑥ ; se găsesc în acelaşi plan. Pentru claritate ele au fost desenate în planuri diferite.

b. **Ancorarea plaselor sudate la reazemele cu încastrare sau continuitate ale plăcilor.** Ancorarea se face în două moduri :

1) Ca la reazemele simple (cînd este posibil acest lucru).

2) În cazul în care bara transversală nu poate depăşi marginea interioară a reazemului, datorită etrierilor sau barelor verticale la diafragme, ultima bară transversală se poate opri la 50 mm (5 cm) de marginea reazemului, iar ancorarea se face prin prelungirea barelor longitudinale cu 100 mm (10 cm) dincolo de marginea reazemului (se admite şi tăierea barei transversale pentru introducerea barelor longitudinale pe reazeme), (fig. VII.39).

Lungimea totală a plaselor rezultă din deschiderea plăcii la care se adaugă lungimile suplimentare, necesare petrecerii pe reazeme conform precizărilor de mai înainte.

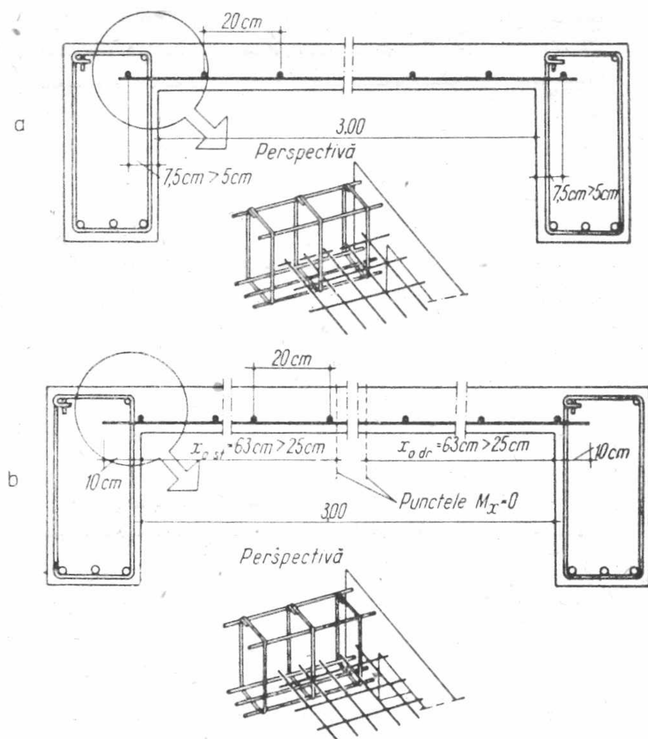


Fig. VII.39. Exemple de ancorare pe reazeme a plaselor sudate în plăci continue armate pe o direcţie :
a — prin trecerea ultimei bare transversale dincolo de marginea reazemului ; *b* — prin prevederea ultimei bare transversale la cel mult 5 cm înainte de marginea reazemului.

c. **Luarea în consideraţie a încastrării plăcilor pe reazemele de capăt.** Se prevăd următoarele condiţii (pentru plasa de sus) :

1) Lungimea totală a zonei de ancorare, dincolo de marginea interioară a reazemului trebuie să fie de cel puţin un ochi şi jumătate de plasă.

2) Plasele se îndoaie în zona de ancorare la 90° avînd pe această zonă cel puţin două bare transversale, ultima bară fiind pe porţiunea verticală (dincolo de îndoitură), (fig. VII.40).

La barele cu profil periodic, lungimea de trecere dincolo de reazemele continue trebuie să fie cel puţin 10 d_1.

d. **Întreruperea plaselor în deschidere.** Se face în următoarele situaţii :

1) În zona comprimată.

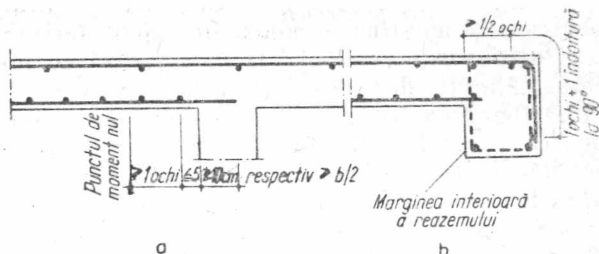


Fig. VII.40. Ancorarea plaselor sudate pe reazeme la plăci continue sau încastrate :

a — pe reazeme intermediare ale plăcilor continue ; **b** — pe reazeme marginale cu încastrare. Pentru claritate nu s-a figurat o parte din armătura prelungită pe reazemul intermediar.

2) În zona întinsă, dincolo de secțiunea în care nu mai este necesară (betonul poate prelua singur eforturile de întindere).

3) Plasele din sîrme întrerupte se ancorează dincolo de zona în care nu mai sînt necesare prin prevederea în această zonă a cel puțin două bare transversale iar cele din profil periodic pe o lungime de cel puțin 35 d (d = diametrul barei întrerupte).

4) Cel puțin o treime din aria secțiunii armăturii întinse se va ancora pe reazeme așa cum s-a arătat.

În proiecte sînt cotate toate armările, dar fierarul betonist trebuie să cunoască modul cum a gîndit proiectantul cînd a făcut planurile de armare.

C. REGULI PENTRU ARMAREA ELEMENTELOR DIN BETON PRECOMPRIMAT

La așezarea armăturii nepretensionate trebuie să se respecte regulile de la subcapitolul A pentru betonul armat. La armăturile preîntinse, armătura și la cele postîntinse, canalele trebuie să fie poziționate cu respectarea unor reguli specifice.

1. Elemente cu armătură preîntinsă

Ca armătură se folosesc sîrmele SBPA (amprentate), lițele din 2 și 3 fire, toroanele 7∅n, barele cu profil periodic tip PC 90 și PC 100 și oțel tip Sigma (ultimele încă nestandardizate).

Pentru pretensionare se folosesc procedeele arătate în capitolul VI. Pentru elementele scurte și foarte scurte, zonele de ancorare au o importanță mai mare ; de asemenea, utilajele de pretensionare, în special la pretensionarea pe tipare autoportante, trebuie să asigure o bună blocare, cu lunecări mici (max. 3 mm).

Transferul se face lent, stabilindu-se o ordine de tăiere a barelor, pentru a se menține în zonele de capăt eforturi unitare reduse.

Poziționarea armăturii trebuie făcută cu multă grijă, folosind carcase, călăreți, distanțieri și plase sudate.

Deflectarea armăturilor (devierea) nu trebuie să depășească 10–15° pentru barele din PC 90 și 25° pentru sîrma SBPA, toroane TBP și LBP.

Măsuri de îmbunătățire a aderenței barelor pe zonele de capăt (sudări de scurtături, ondulări, frete etc.) se prevăd în proiect.

La capătul elementului pe lungime egală cu 1/4 din lungimea de ancorare, se pun la distanțe egale 3–5 armături transversale suplimentare (etrieri închiși, carcase, frete, grătare). La oțelul PC 90 și PC 100 (∅ > 16 mm) pe o lungime de 10 *d*, în jurul barei, se vor prevedea obligatoriu frete din oțel moale din sîrmă ∅ 6...8 mm, cu pasul de 30 la 50 mm.

În zona de ancorare se așază etrieri închiși ∅ 6...8 mm, la distanțe de 150 mm.

a. **Diametrul minim al barelor de pretensionare.** Acesta este de 4 mm pentru sîrme independente și de 3 mm pentru sîrmele din împletituri (lițe) și toroane.

b. **Distanța minimă (lumina) dintre armăturile plasate la partea inferioară (față de direcția de turnare a betonului).** Distanța minimă va fi egală cu cea mai mare din valorile:

— *dimensiunea minimă a granulei agregatului* $d_{agr} + 5$ *mm*;

— *15 mm*;

— *diametrul exterior al toronului sau barei.*

La partea superioară distanța se mărește.

c. **Acoperirea cu beton pentru elemente folosite în medii neagresive.** Pentru aceste elemente, acoperirea cu beton va fi:

15 mm pentru plăci cu grosimi ⩽ 100 mm, armate cu sîrme SBPA;

20 mm pentru celelalte elemente armate cu sîrme SBPA;

20 mm pentru plăci cu grosimi ⩽ 100 mm, armate cu TBP;

25 mm pentru celelalte elemente armate cu TBP;

15 mm (sau d) pentru plăci ⩽ 100 mm, armate cu PC 90 sau PC 100;

20 mm (sau d) pentru celelalte elemente armate cu PC 90 sau PC 100.

Acoperirea cu beton menționată se corelează cu acoperirea armăturii nepretensionate.

Acoperirile cu beton se sporesc astfel:

— *cu 5 mm la elementele neprotejate supuse intemperiilor;*

— *la minimum 30 mm pentru elementele în contact cu pămîntul.*

De asemenea se admit sporuri pentru protecția anticorosivă, foc etc.

Proiectul poate prevedea și acoperiri mai reduse la anumite tipuri de elemente (element centrifugat, protejat cu tencuială pe minimum 15 mm etc.).

2. Elemente cu armătură postîntinsă

Elementele cu armătura postîntinsă de regulă se armează cu fascicule sau bare (v. cap. VI). Armătura se introduce de regulă în canale, dar poate fi și exterioară elementului.

Ancorarea armăturii se face de regulă la capetele elementului sau în zone comprimate în exploatare.

Plăcile metalice de repartiție vor fi prevăzute cu praznuri sudate ∅ 10...14 mm și apoi înglobate în beton.

Ordinea de tensionare a armăturii se alege astfel ca să nu se producă eforturi unitare mari.

Rezistența pe cub la 28 zile a amestecului de injectare va fi de 30 N/mm^2, iar marca mortarului de torcretat armăturile exterioare va fi minimum Bc 20.

Deviația canalelor nu va depăși 20° pentru extragerea ușoară a țevilor din PVC sau PE.

a. **Zonele de transmitere.** Acestea vor fi tratate special ; în această zonă se prevede, de regulă, o armare pe două direcții. În vecinătatea fiecărui ancoraj se vor dispune două sau trei plase de sîrmă cu cel puțin 4 bare pe fiecare direcție ; prima plasă se așază la 30 mm de fața plăcii de repartiție ; distanțele dintre plase vor fi de 50–70 mm. Diametrul armăturilor care alcătuiesc plasele va fi de 6–14 mm, avînd ochiuri de 60–100 mm. Plasele se fac fie sub formă de plase sudate, fie sub formă de armături continue (fig. VII.41, *a*, *b*), fiind comune mai multor ancoraje.

Nu este permisă folosirea plaselor legate realizate din bare independente (fig. VII.41, *c*). Zona de ancorare (transmitere) se poate arma și cu frete ∅ 6...10 mm, cu pas 50–80 mm, cu diametrul fretei corespunzător presiunii ancorajului.

În această zonă se mai prevăd etrieri închiși ∅ 8 la distanțe de 150 mm.

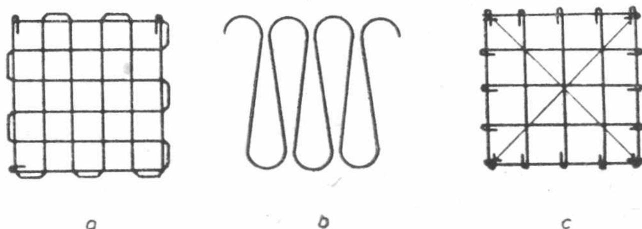


Fig. VII.41. Plase pentru zona de ancorare.

La capete (zonele de rezemare) se prevăd bare longitudinale, piese metalice cu praznuri, pentru a asigura această zonă la transfer, manipulare, transport sau la solicitări locale.

b. **Distanța minimă (lumina) dintre canale la armătura postîntinsă.** Această distanță este în funcție de tipul canalului și mărimea acestuia, luîndu-se următoarele valori minime:

30 mm pentru canale căptușite, la fascicule cu $d_{ext\ max} = 60$ *mm;*
40 mm pentru canale necăptușite, la fascicule cu $d_{ext\ max} = 60$ *mm;*
și la canale căptușite ale fasciculelor cu $d_{ext} = 80$ *mm;*
50 mm pentru canale necăptușite ale fasciculelor cu $d_{ext} = 80$ *mm.*

c. **Distanța minimă între axele a două ancoraje învecinate.** Această distanță este în funcție de tipul ancorajului și modul de pretensionare, mărimea fasciculului și are valorile:

80—130 mm, pentru ancoraje alternate, inel-con cu ancoraj fin cu dorn;
90—280 mm, pentru pretensionarea succesivă;
250—400 mm, pentru pretensionarea succesivă a două fascicule alăturate (datorită gabaritului plaselor, STAS 10107/0-76 anexa T).

d. **Distanța minimă de la axa ancorajului pînă la marginea secțiunii.** Această distanță variază între 60 și 160 mm după mărimea fasciculului.

e. **Acoperirea cu beton a canalelor.** Această acoperire este de regulă egală cu distanța minimă (lumina) între canale la care se scade circa 10 mm.

d. **Acoperirea cu beton a armăturilor postîntinse.** Acoperirea va fi de 20 mm pentru mortar torcretat și 30 mm pentru beton.

f. **Ancorarea în deschidere.** În cazul ancorării în deschidere se prevede pentru zona de transmitere o armare suplimentară dispusă pe porțiunea de înălțime $h/4$ de lîngă ancoraj, extinzîndu-se cu o lungime de $h/2$ de fiecare parte a ancorajului (fig. VII.42).

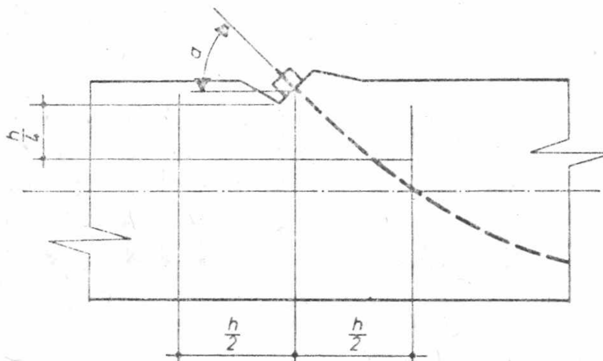


Fig. VII.42. Armare suplimentară în zona de ancorare.

Capitolul VIII

ARMAREA PRINCIPALELOR TIPURI DE ELEMENTE DIN BETON ARMAT ŞI BETON PRECOMPRIMAT

A. ARMAREA HALELOR PARTER, UŞOARE, PENTRU INDUSTRII

Pentru a economisi materialele deficitare (oţelul şi cimentul) s-a trecut la folosirea elementelor uşoare şi foarte uşoare, cu învelitori din azbociment, materiale plastice etc.

Elementele de beton armat au fost în cea mai mare parte înlocuite cu elemente prefabricate din beton precomprimat. În general, halele se realizează în prezent din elemente prefabricate tipizate.

Se folosesc mai des următoarele sisteme :

1) *Grinzi cu inimă plină din beton precomprimat* pe care se montează fie elemente secundare, grinzi sau pane din beton precomprimat, fie elemente de suprafaţă (elemente curbe, elemente curbe UPH, elemente semitubulare etc.).

2) *Grinzi cu zăbrele din beton precomprimat sau beton armat* pe care se montează fie grinzi secundare din beton precomprimat, fie direct elemente de suprafaţă.

3) *Arce din beton precomprimat sau beton armat* pe care se montează grinzi secundare din beton precomprimat şi plăci din beton celular sau alte tipuri de elemente.

4) *Grinzi transversale tip macaz din beton precomprimat* pe care se montează grinzi secundare din beton precomprimat etc.

Tipurile de hale arătate se folosesc în majoritatea industriilor materialelor de construcţii, industria metalurgică, industria uşoară, depozite, construcţii de maşini, industria lemnului etc.

Transportul tehnologic poate fi făcut fie la sol, fie cu mijloace de ridicat (grinzi de rulare sau grinzi suspendate de elementele de acoperiș etc.).

În componența halelor se folosesc stîlpi din beton armat, prefabricați sau preturnați, grinzi din beton precomprimat, ca elemente secundare sau ca elemente principale de rezistență, elemente de acoperiș de suprafață mare, de regulă tot din beton precomprimat, cu ansamblul învelitorii de tip ușor care asigură izolația.

Deschiderile halelor folosite în mod curent sînt de 12 ; 15 ; 18 ; 21 ; 24 și 30 m cu travei de 6 sau 12 m ; mai rar se folosesc deschideri mai mari sau travei de 9 m.

Înălțimea rațională a halelor fără pod rulant este în jur de 5 m. În general, halele sînt concepute să fie extensibile cel puțin în plan longitudinal. Multe hale se execută după proiecte tip.

Rigiditatea și stabilitatea de ansamblu (spațială) a halelor se realizează prin efectul de cadru dat de stîlpi și grinzile transversale sau longitudinale și de efectul de diafragmă plană (șaibă) pe care îl realizează elementele de acoperiș.

La deschideri peste 18 m și cu poduri rulante peste 120 kN se folosesc portalele pentru asigurarea stabilității halei în lungul său.

1. Hale cu grinzi cu inimă plină din beton precomprimat

Evoluția concepției asupra proiectării și perfecționării tehnologice de execuție a halelor a dus la mărirea gradului de prefabricare a halelor și la folosirea unor elemente de beton precomprimat liniare și a unor elemente de suprafață de deschidere mare, cu extradosul plan sau curb și cu greutate redusă datorită folosirii betoanelor de calitate superioară și a precomprimării.

În figura VIII.1 a și VIII.1 b sînt arătate soluționări de hale parter cu elemente liniare (grinzi) precomprimate și elemente de suprafață (chesoane, plăci Π, T etc.). Stîlpii sînt preturnați sau prefabricați.

În figura VIII.2, sînt arătate elemente prefabricate de suprafață pentru acoperirea halelor industriale.

În cele ce urmează se dau cîteva exemple de hale și de armări.

a. **Hala tip cu pod rulant** (fig. VIII.3). Este alcătuită din punct de vedere constructiv din grinzi principale transversale de 12,00 m din beton precomprimat care reazemă pe stîlpi, cu travee de 6,00 m, avînd elemente de acoperiș tip cheson cu deschidere de 6,00 m, lățime

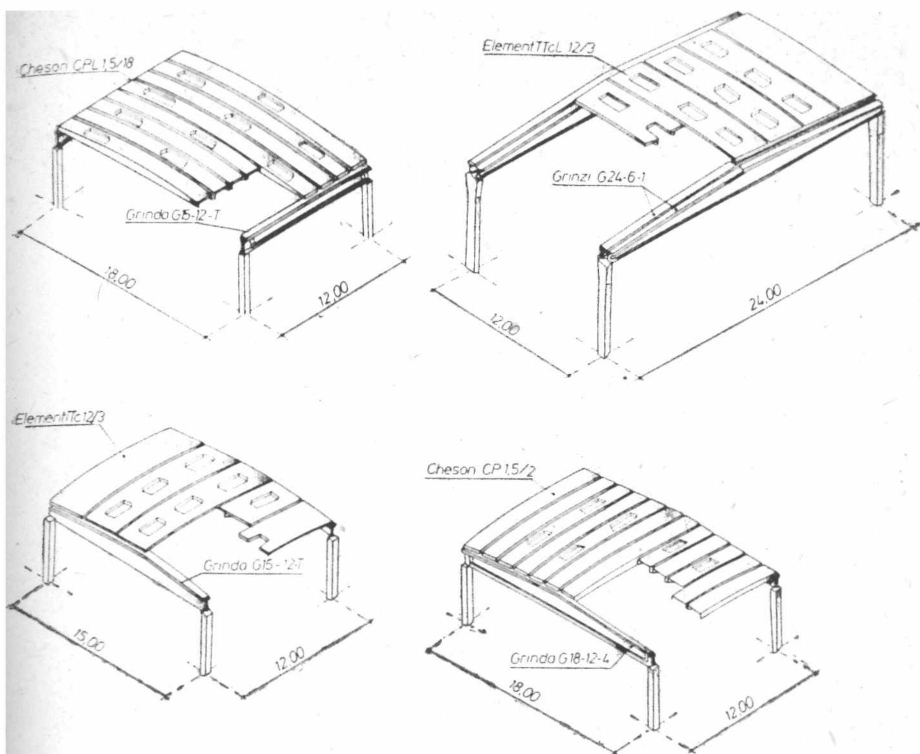


Fig. VIII.1 a. Hale parter din grinzi **și elemente** de suprafață prefabricate **curbe.**

de 1,50 m; luminatoarele sînt **din** cupolete din poliesteri armați **cu** sticlă (PAS).

Armarea grinzii transversale din beton precomprimat cu deschidere de 12,00 m (fig. VIII.4 a și **VIII.**4 b). Grinda are secțiunea **dublu T,** armată cu 9 toroane TBP **12** (7 ∅ 4) cu forța de rupere $F_r = 147$ **kN.**

Pentru toroane, la execuția pretensionării se respectă următoarele reguli: se preîntind toroanele pe tiparele autoportante metalice **la un** efort 122,4 kN pe fiecare toron.

Abaterea admisă la poziționarea toroanelor este de ± 3 mm pe **ver**ticală, de 2 mm pe orizontală și 3 mm de la marginea elementului (**aco**perirea cu beton).

La execuția elementului se folosește beton marca B 500; transferul se face după ce în beton se realizează 3,50 N/m². Grinzile se ridică

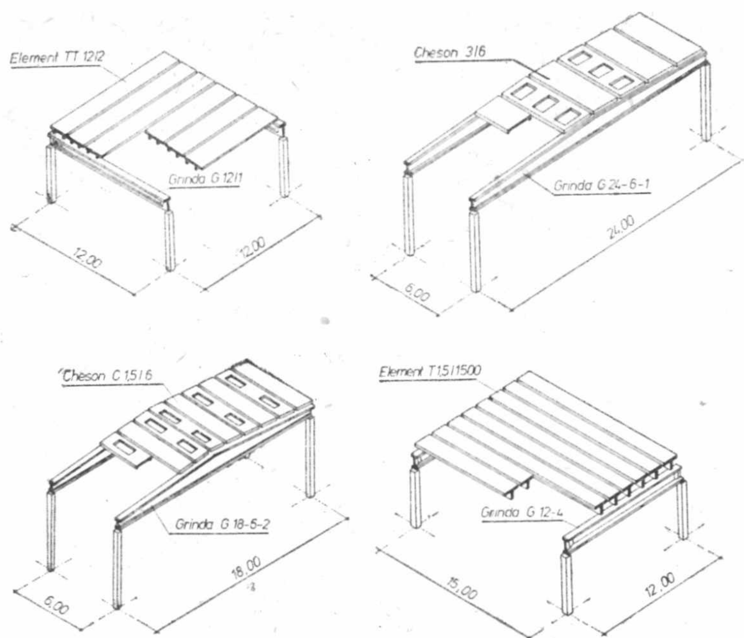


Fig. VIII.1 b. Hale parter din grinzi și elemente de suprafață prefabricate plane.

în minimum 30 min după transfer cu ajutorul urechilor de agățare. Ordinea de întindere a toroanelor se stabilește prin proiect.

Armătura nepretensionată este formată din carcase alcătuite din sîrme STNB și oțel PC 52, sudate la mașini (v. cap. V).

Poziționarea carcaselor se face cu distanțieri.

Carcasele *C3*, *C4* și *C5* sînt prezentate în desen desfășurate în plan (fig. VIII. 4 c); după confecționarea la mașini de sudat prin puncte (cu o singură pereche de electrozi), aceste carcase sînt îndoite la forma secțiunii transversale. Ordinea de așezare a armăturii se stabilește în ateliere și începe cu carcasa *C6* (pentru poziționarea toroanelor).

Proiectul prevede de regulă și toleranțe pentru execuția carcaselor și poziționarea mustăților și altor piese metalice ; toleranțele variază în limitele $\pm 5 \ldots \pm 10$ mm.

Forțele de pretensionare se verifică conform fișei de pretensionare (v. cap. V) folosind doze, manometre, repere trasate pe capetele toroanelor, verificarea alunecărilor în ancoraje și blocaje etc. Îmbinarea grinzilor între ele și pe stîlpi este arătată în figura VIII.4 d folosind

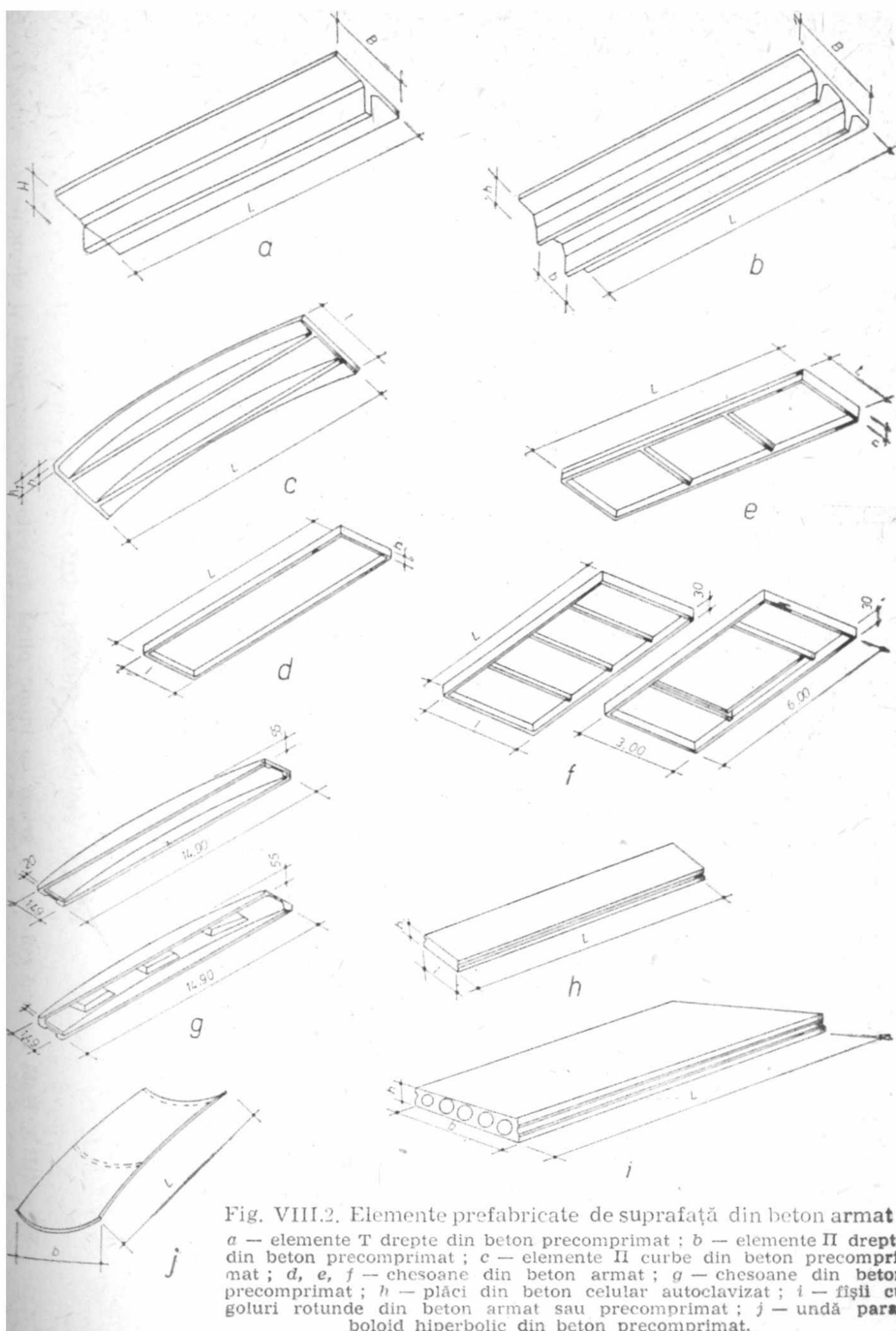
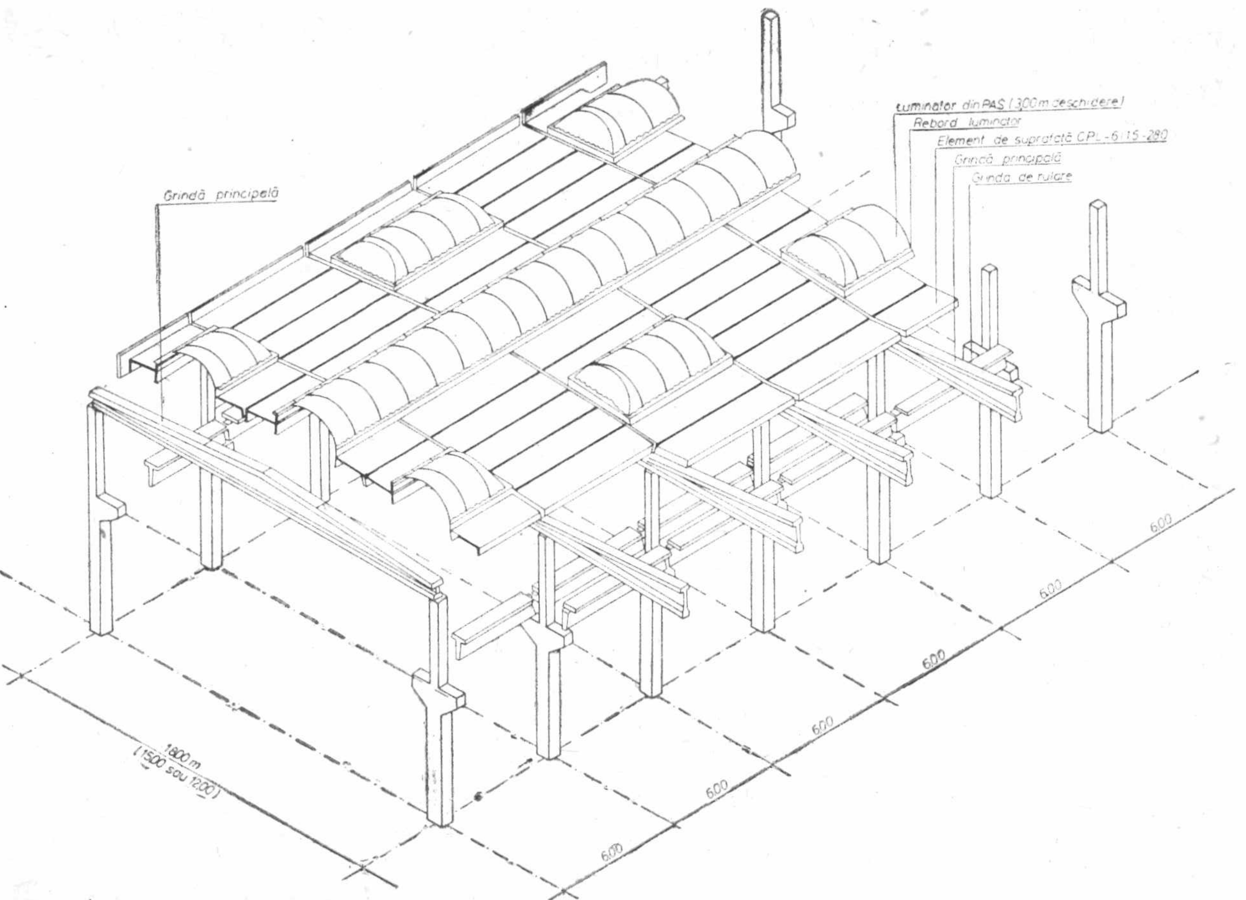


Fig. VIII.2. Elemente prefabricate de suprafață din beton armat :
a — elemente T drepte din beton precomprimat ; *b* — elemente Π **drepte** din beton precomprimat ; *c* — elemente Π curbe din beton **precomprimat** ; *d, e, f* — chesoane din beton armat ; *g* — chesoane din **beton** precomprimat ; *h* — plăci din beton celular autoclavizat ; *i* — **fîșii cu** goluri rotunde din beton armat sau precomprimat ; *j* — undă **paraboloid** hiperbolic din beton precomprimat.


Luminator din PAS (300 m deschidere)
Rebord luminator
Element de suprafață CPL-6.15-280
Grindă principală
Grinda de rulare
Grindă principală
6,00
6,00
6,00
6,00
6,00
6,00
18,00 m
(15,00 sau 12,00)

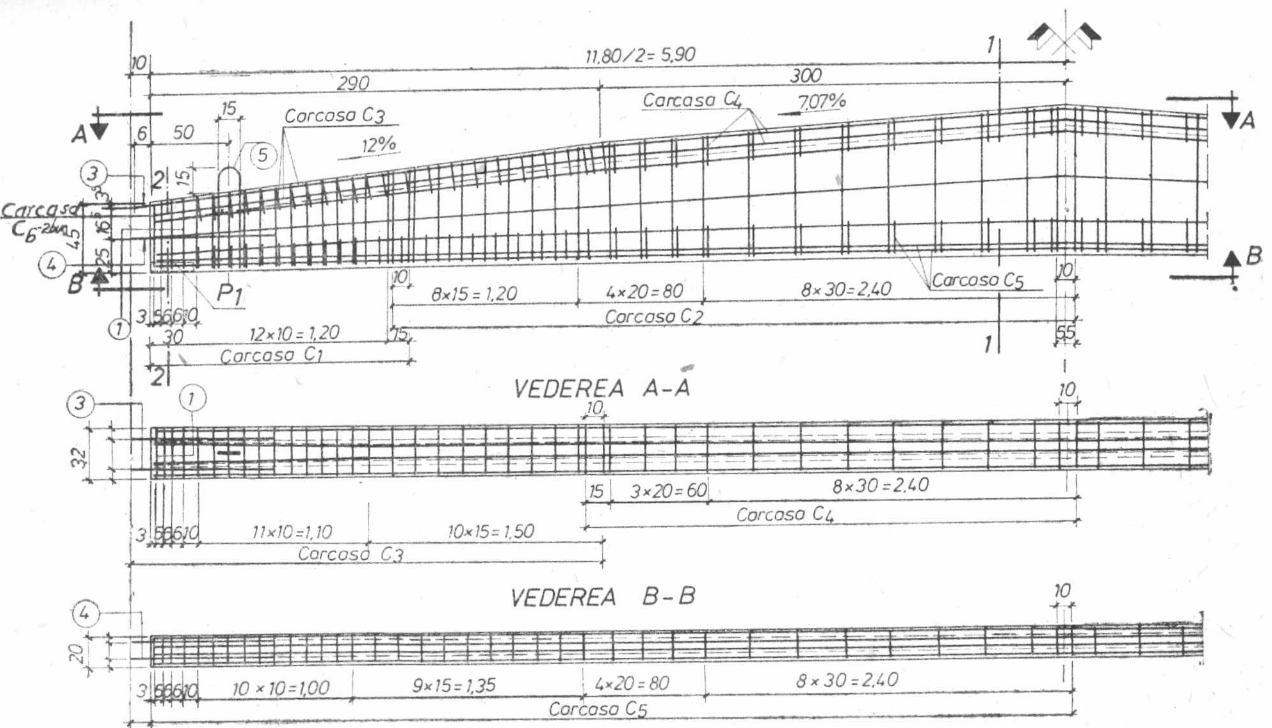


Fig. VIII.4 a. Armarea grinzii precomprimate de 12,00 m (G 12) cu toroane, pentru hale cu elemente de travee de 6,00 m. Plan armare.

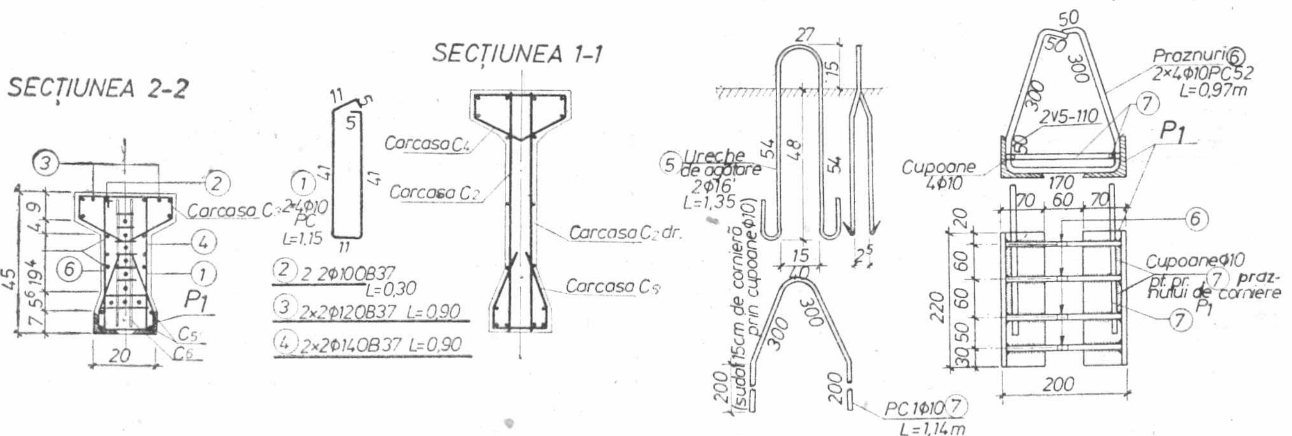


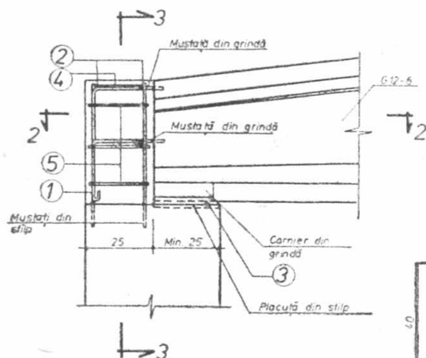
Fig. VIII.4 b. Armarea grinzii precomprimate de 12,00 m (G 12). Secțiuni.



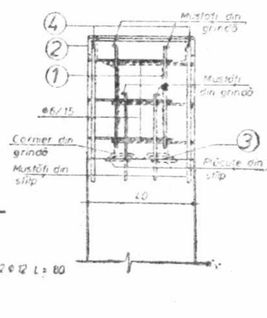
Fig. VIII.4 c. Detalii de execuție a carcaselor pentru grinda precomprimată G 12

IMBINARE GRINDĂ PE STÎLP MARGINAL CURENT

SECȚIUNEA 1-1



SECȚIUNEA 3-3



SECȚIUNEA 2-2

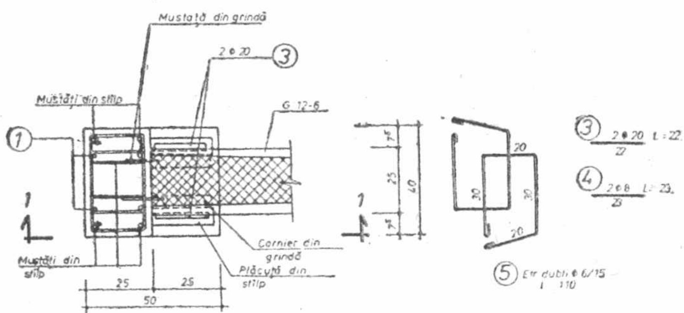
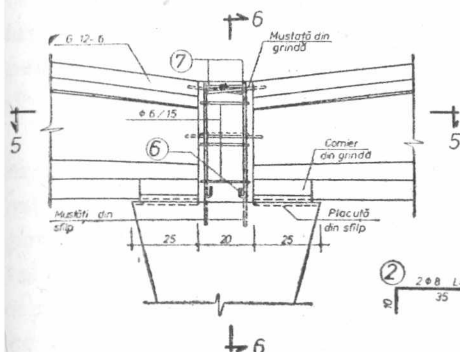


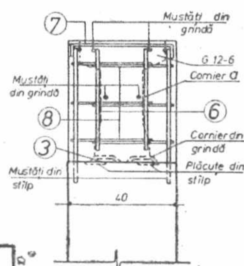
Fig. VIII.4 d. Detalii de îmbinare a

ÎMBINARE GRINDĂ PE STÎLP CENTRAL CURENT

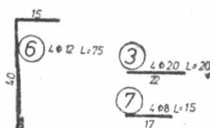
SECȚIUNEA 4-4

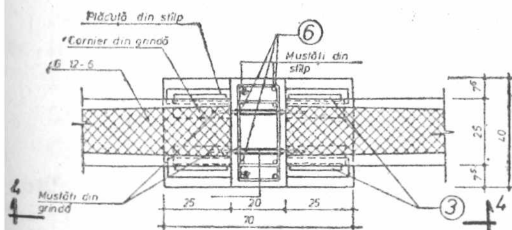


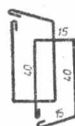
SECȚIUNEA 6-6



SECȚIUNEA 5-5







8 Etr dubli Φ6/10 L = 1,20

grinzilor G 12 pe stîlpi.

Tipul de carcasă	Marca	Φ	Bucăți	Lungimea unei bare	Lungimi m/Φ		
					Simbol	PC 52	
					Φ 5	Φ 8	Φ 10
Carcasa C 1	1	5	4	1,67	6,68		
	2	10	1	1,67			1,67
	3	8	3	0,60		1,80	
	4	10	11	0,54			5,94
	Total m/Φ				6,68	1,80	7,66
	Masa, kg/m				0,156	0,395	0,617
	Masa, kg/Φ				1,04	0,70	4,70
	kg/marca de oțel				1,04	5,40 kgPC52	
Carcasa C 2	5	5	4	4,46	17,84		
	6	8	9	0,68		6,17	
	7	5	12	0,83	9,96		
	Total m/Φ				27,80	6,12	—
	Masa, kg/m				0,156	0,395	—
	Masa, kg/Φ				4,35	2,42	—
	kg/marca de oțel				4,35	2.42kgPC52	
Carcasa C 3	8	5	6	2,92	17,52		
	9	5	26	0,62	16.12		
	Total m/Φ				33,64	—	—
	Masa, kg/m				0,156	—	—
	Masa, kg/Φ				5,25	—	—
	kg/marca de oțel				5,25	—	
Carcasa C 4	10	5	6	9,21	19,26	—	—
	9	5	13	0,62	8,06	—	—
	Total m/Φ				27,32	—	—
	Masa, kg/m				0,156	—	—
	Masa, kg/Φ				4,30	—	—
	kg/marca de oțel				4,30	—	
Carcasa C 5	11	5	4	5,97	23,88		
	12	5	33	0,59	19,47		
	Total m/Φ				43,55	—	—
	Masa, kg/m				0,154	—	—
	Masa, kg/Φ				6,80	—	—
	kg/marca de oțel				6,80	—	
Carcasa C 6	13	8	2	0,43		0,86	
	14	5	2	0,15	0,30		
	15	5	6	0,07	0,42		
	16	5	2	0,075	0,15		
	Total m/Φ				0,67	0,86	—
	Masa, kg/m				0,156	0,395	—
	Masa, kg/Φ				0,15	0,35	—
	kg/marca de oțel				0,15	0,35 kgPC52	
Carcasa C 7	1	5	4	1,67	668		
	2	10	1	1,67			1,67
	17	8	14	0,56		4,48	
	Total m/Φ				6,68	4,48	1,67
	Masa, kg/m				0,156	0,395	0,617
	Masa, kg/Φ				1,04	1,78	1,05
	kg/marca de oțel				1,04	285 kgPC52	

Fig. VIII.4 e. Extras de armătură pentru carcasele grinzii G 12.

plăcuțele prevăzute pe capul stîlpului care de regulă se sudează cu cornierele de la baza grinzii, iar mustățile din grindă și stîlpi sînt sudate sau nesudate conform prevederilor din proiect. În îmbinare se folosesc în plus etrieri dubli la 15 cm.

b. **Hală tip, fără pod rulant** (fig. VIII.5). Este alcătuită din punct de vedere constructiv din grinzi longitudinale de 12,00 m cu pantă la partea superioară și elemente de suprafață curbe tip Π sau tip T cu lățime de 3,00 m și deschideri de 12, 15 și 18 m; pline sau cu goluri, pentru luminatoare, executate de regulă din poliesteri armați cu sticlă (PAS), tip cupoletă sau tip omidă (continue).

Grinda longitudinală de 12,00 m din beton precomprimat și elementele de suprafață se vor confecționa numai în fabrici de prefabricate sau de către unități specializate la care se asigură o calitate corespunzătoare. Grinzile și elementele de suprafață se toarnă în tipare metalice autoportante, cu gradul de precizie 7 (STAS 7721-76). Condițiile cerute pentru calitatea betonului și execuția pretensionării sînt similare cu cele arătate mai înainte.

Armarea grinzii longitudinale din beton precomprimat cu deschiderea de 12,00 m (fig. VIII.6). Grinda este armată cu 16 toroane TBP 12 (7 ⌀ 4).

Ordinea de montare a armăturii este următoarea:

1) Se montează etrierii marca ④ sudați de laminatele *a* și *b* și se sudează între ele conform detaliului *A*, de asemenea etrierii marca ⑤.

2) Se montează rețelele *R1* care poziționează toroanele.

3) Se montează carcasele *C4* care se execută întîi desfășurat și apoi se îndoaie la forma bulbului din figură.

4) Se amfilează întîi toroanele din bulb și apoi celelalte.

5) Se montează carcasele (*C5*) tot pentru bulb.

6) Se montează carcasele inimii *C1* și *C1'* și agrafele marca ⑥ și ⑧ conform figurii VIII.6.

7) Se montează carcasele *C3* apoi carcasele *C2*.

8) Se montează barele marca ①, ②, ③ și ⑦.

Toleranțele și abaterile vor fi conform STAS 6657/1-76. Ordinea de întindere și tăiere a toroanelor sînt figurate în proiect sau sînt date prin dispoziție de șantier; la fixarea ordinii se ține seama de o repartiție uniformă a eforturilor în grindă în timpul pretensionării.

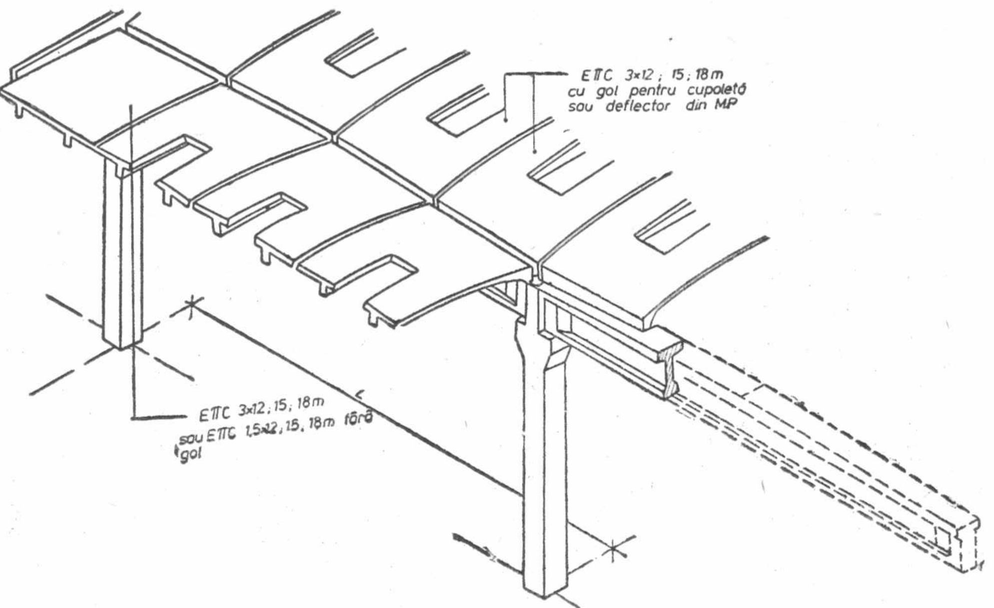


Fig .VIII.5 a. Hală cu grinzi din beton precomprimat și elemente de suprafață tip П.

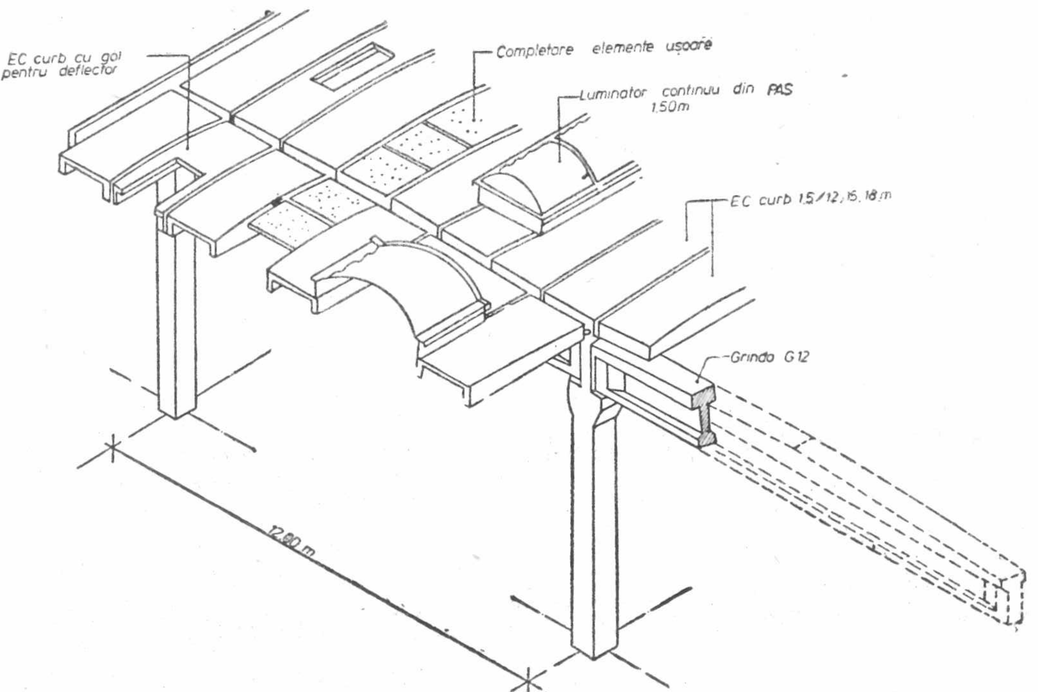


Fig. VIII.5 b. Hală cu grinzi din beton precomprimat și elemente de suprafață curbe cu goluri.

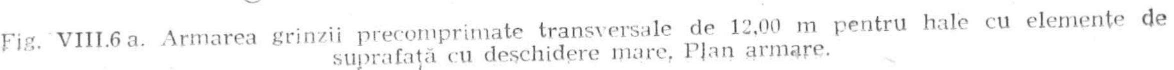
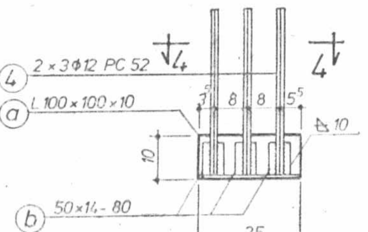
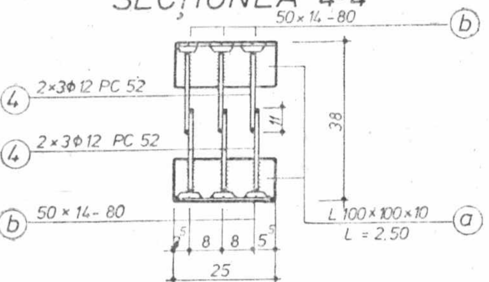


Fig. VIII.6 a. Armarea grinzii precomprimate transversale de 12,00 m pentru hale cu elemente de suprafață cu deschidere mare, Plan armare.

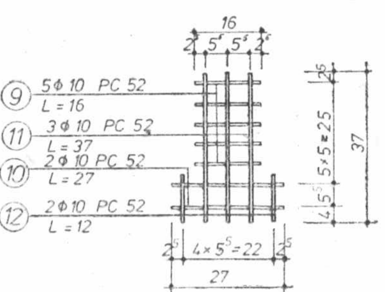
DETALIUL A
Scara 1:10



SECȚIUNEA 4-4



REȚEA R1
Scara 1:10



15
15
87
87
7
2Φ25 OB 37
L = 2,55

C4
C5
C3
C2
C1
C'1

NOTĂ:

- Grinda este precomprimată cu toroane 7Φ4 TBP 12.
- Forța de control $N_k = A_p \cdot R_p = 1960$ kN
- Abaterea maximă a poziției axelor toroanelor la capetele grinzii va fi conform normativ C. 21.
- Grosimea stratului de protecție a armăturii este corespunzătoare pentru 1,5 ore limită de rezistență la foc, conform datelor informative de NPSI.

Fig. VIII.6 b. Armarea grinzii precomprimate transversale de 12,00 m (G 12). Detalii de armare.

Întinderea toroanelor se face cu o presă monofilară, care se manevrează numai cu ajutorul grinzii de manipulare (v. cap. VI).

Transferul se face cînd rezistența betonului atinge 30 N/mm². Îmbinările pe stîlpi și între grinzi se fac conform proiectului asigurînd continuitatea prin armături sudate sau bucle betonate.

Armarea elementului curb de acoperiș tip Π din beton precomprimat. Elementul curb din figura VIII.7 are deschiderea de 12,00 m și lățimea de 3,00 m și este armat cu toroane tip TBP 12 (7 ⌀ 4) în număr de 4 sau 6 toroane după tipul încărcării de pe elementul curb (diferite zone climatice).

Armătura pretensionată din nervuri se execută pe șabloane. În placa elementului se folosește o plasă de sîrmă sudată ST 419 livrată de fabrica I.S.P.S.—Buzău a Ministerului Industriei Metalurgice.

Carcasele se execută la mașinile de sudat a unității de execuție, sub formă desfășurată, apoi se îndoaie cu dispozitive speciale.

Ordinea de montare a armăturii este următoarea:

1) Se montează carcasele *C4*, apoi carcasele *C3*.

2) Se amfilează toroanele.

3) Se montează carcasele *C2*.

4) Se montează plasa ST 419.

Pentru poziționarea corectă a carcaselor și plaselor se folosesc purici din material plastic, care trebuie să asigure acoperirea cu beton prevăzută în proiect (placa are grosimea de 3,5 și 5 cm).

Forța de pretensionare realizată cu prese monofilare, pe fiecare toron, este de 122,40 kN. Ordinea de întindere și tăiere a toroanelor este de sus în jos și alternativ la o nervură și la cealaltă. La transfer betonul trebuie să aibă marca în jur de 30 N/mm².

Controlul pretensionării se face permanent conform fișei de pretensionare și regulilor obișnuite de control (pierderile de tensiune nu trebuie să depășească circa 19 kN/toron).

O variantă de realizare a halelor cu grinzi longitudinale se obține prin folosirea grinzilor Ω (omega), (fig. VIII.8), care au o secțiune transversală cu pereți dubli și pinteni pe care reazemă elemente de suprafață tip T sau chesoane. Grinda este precomprimată cu 30 toroane TBP 12 (7 ⌀ 4). Armătura nepretensionată este realizată în carcase confecționate și îndoite după tehnologia arătată anterior.

Toroanele se poziționează cu ajutorul rețelelor *R1* (20 buc.) plasate la capetele elementului.

Cîrlig de agătare
Φ 12 OB 37
Plasa ST 419
Plasa ST419
Atenție! Aceste bare se vor face pentru trei ori carcase C4 printre picioarele carcaselor
C2
27 × 18 = 5,94
11,90
20

SECȚIUNE LONGITUDINALĂ b - b

Cîrlig de agătare ① C4
C2
Plasa ST419 catalog de plase sudate ① Cîrlig de agătare
1977-anexa 4
C3
Carcasa C4
14 × 10 = 1,40
5 × 15 = 75
14 × 25 = 3,50
Carcasa C2
11,90

Fig. VIII.7 a. Planul de armare al unui element curb tip II din beton precomprimat.

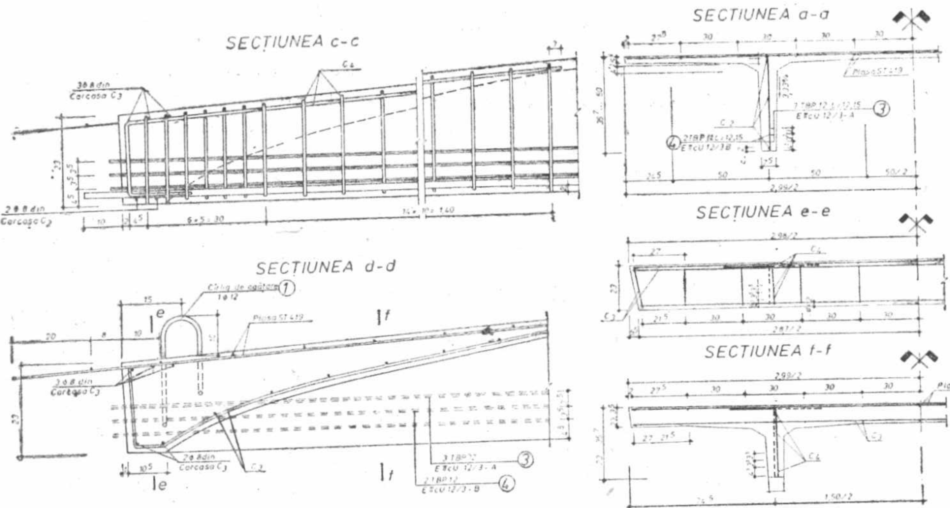


Fig. VIII.7 b. Detalii de armare a elementului curb tip II din beton precomprimat.

SECȚIUNEA 2-2

SECȚIUNEA 3-3

REȚEA R1 - 20 buc

NOTĂ: Poziția toroanelor indicate în planșă corespunde variantei GM 12-2b

Carcasele C1, C2 și C3

Carcasele C4 și C5

11 93/2

Fig. VIII.8. Planul de armare a grinzii omega GM12 de 12,00 m deschidere.

2. Hale cu arce din beton precomprimat

Hala tip fără pod rulant din figura VIII.9 a este alcătuită din punct de vedere constructiv din arce precomprimate cu tirant, rezemate pe stîlpi din beton armat preturnat, cu pane din beton precomprimat și elemente de streașină și dolii din elemente din beton precomprimat. Subansamblul de învelitoare este alcătuit din azbociment. Panele de 6,00 m deschidere, precomprimate, dispuse la 1,50 m, reazemă pe arce și se solidarizează de acestea cu un șurub M 14 și cu o eclisă metalică fixată pe arc.

Stîlpii sînt preturnați pe șantier sau prefabricați în fabrici de prefabricate și montați în fundații pahar. Structura este contravîntuită.

Armarea arcului de 18,00 m precomprimat cu tirant. Arcul are tirantul postcomprimat cu două fascicule 2×18 ∅ 5 SBP 1, trecute prin teci PVC cu ∅ 50.

Arcul este armat cu 6 ∅ 16 PC 52. Armătura nepretensionată a tirantului este formată din 4 ∅ 10 PC 52, iar montanții din 2 ∅ 10 PC 52. Zona de capăt este întărită cu plase sudate (3 buc.) prinse de cornierele de reazem; etrierii ∅ 8 sînt îndesiți pe reazem, iar plăcuțele de rezemare *P2* sînt prinse cu praznuri sudate (fig. VIII.9 b).

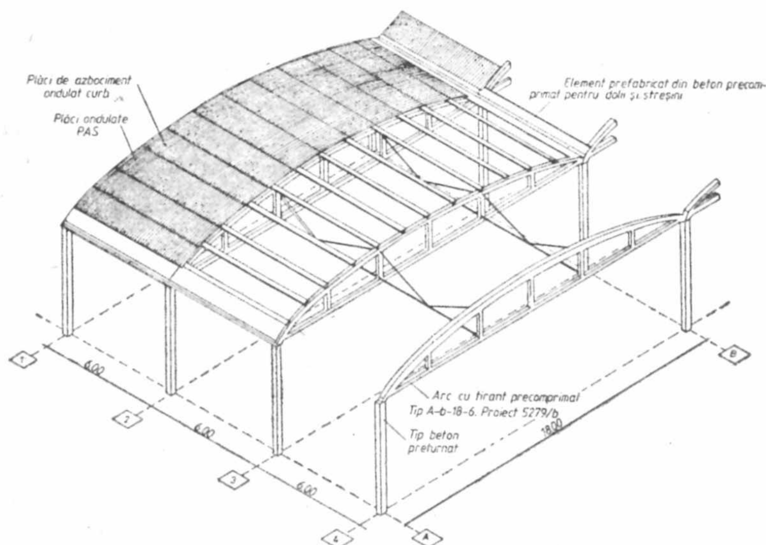
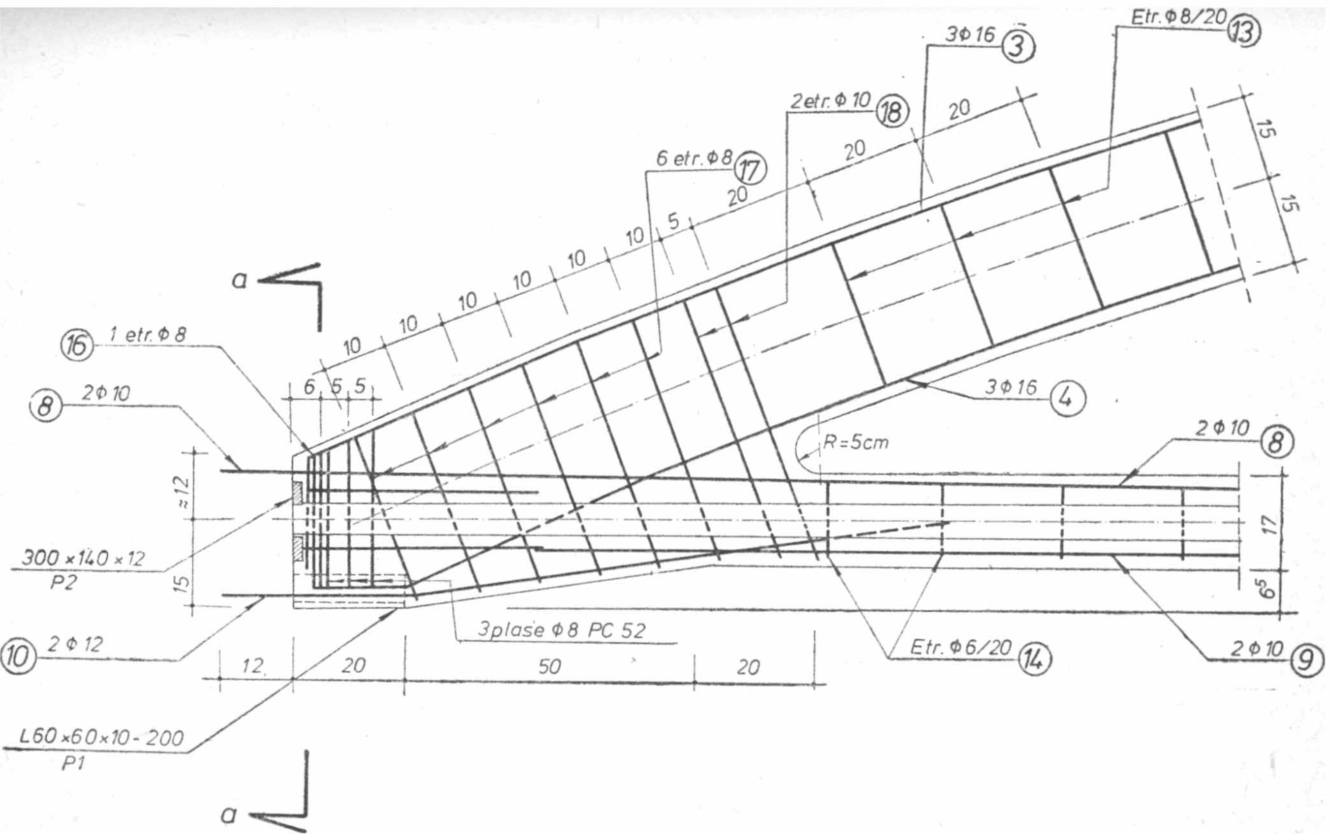


Fig. VIII.9 a. Hală industrială parter cu arce din beton precomprimat de 18,00 m deschidere și travei de 6,00 m. Vedere de ansamblu.


Etr. Φ8/20 (13)
3Φ16 (3)
2etr. Φ10 (18)
6 etr. Φ8 (17)
1 etr. Φ8 (16)
2Φ10 (8)
3Φ16 (4)
R=5cm
2Φ10 (8)
300×140×12
P2
2Φ12 (10)
3plase Φ8 PC 52
Etr. Φ6/20 (14)
2Φ10 (9)
L60×60×10-200
P1
a
a
12
20
50
20
6
5
5
10
10
10
10
10
10
10
5
20
20
20
15
15
≈12
15
17
6⁵

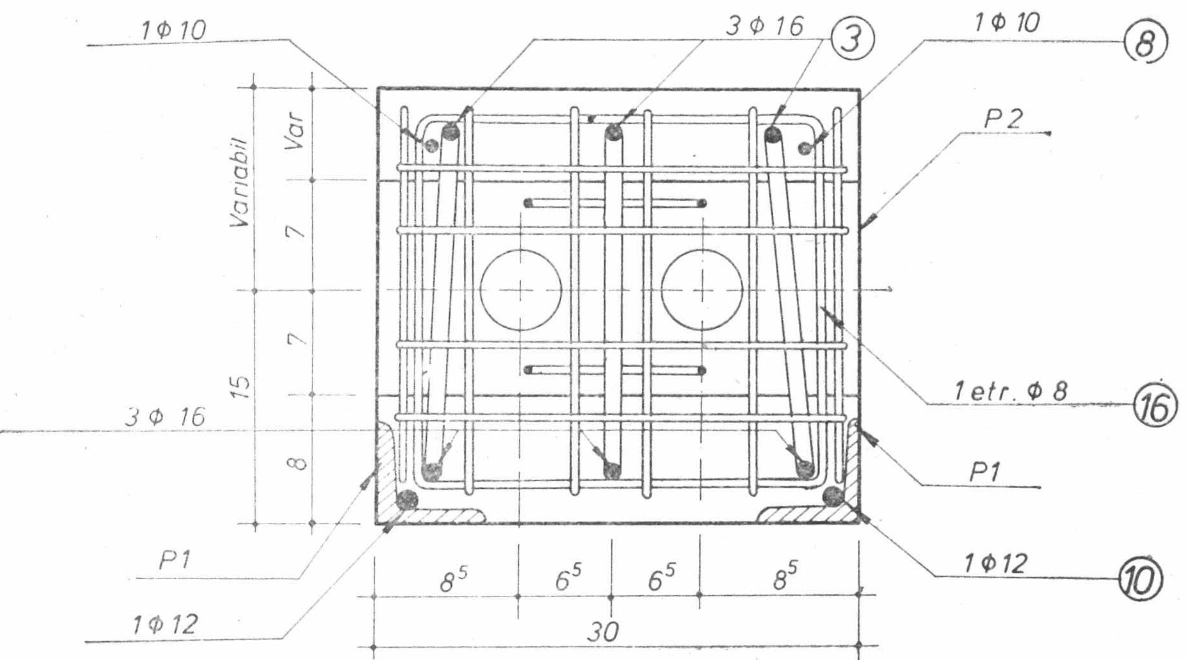


Fig. VIII.9 c. Detaliu de armare a arcului în zona de reazem.

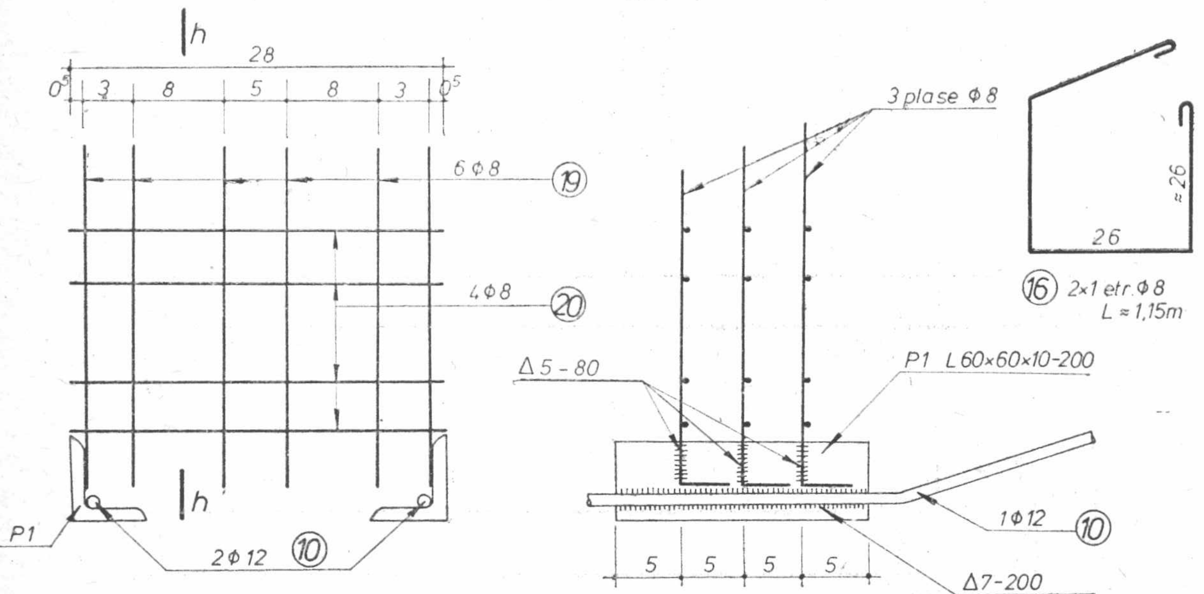


Fig. VIII.9 d. Detalii de armare cu plase sudate (v. fig. VIII.9 b).

Stîlpii preturnați au forma din figura VIII.10 și se montează în fundații pahar (v. cap. VIII, C). Armătura longitudinală cu mărcile ① și ② este îndoită la capul stîlpului pentru a arma și consolele de pe reazeme pentru arce. Din stîlp sînt lăsate mustăți pentru îmbinarea cu arcele. Pe console sînt prevăzute plăci *P1* din oțel lat ancorat prin sudură cu armături înglobate în console. Pentru manipulare stîlpii sînt prevăzuți cu cîrlige.

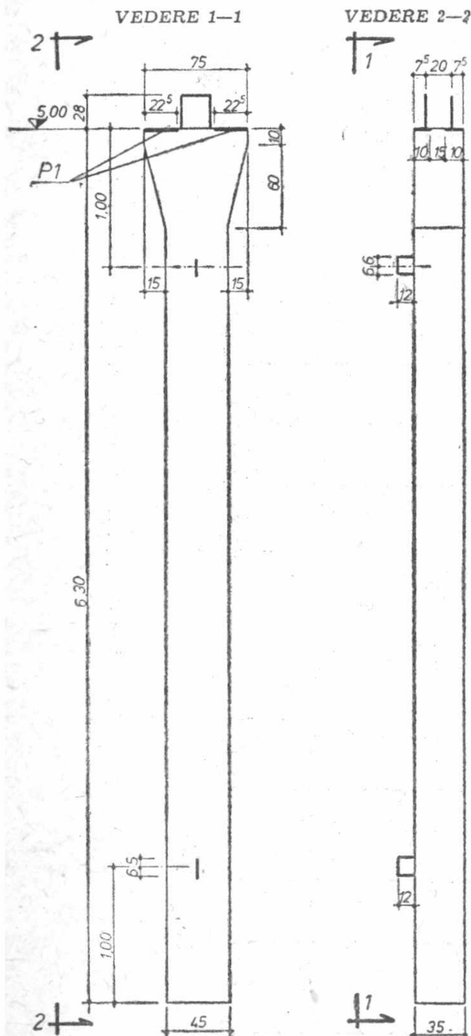


Fig. VIII.10 a. Stîlpi preturnați la hale parter cu arce din beton precomprimat.

ARMARE

SECȚIUNEA 1-1

SECȚIUNEA 2-2

VEDERE 3-3

Fig. VIII.10 b. Detalii de armare a stîlpilor preturnați.

EXTRAS DE ARMĂTURĂ

Marca	Φ	Buc	Lungimea m	OB 37				PC 52
				Φ 6	Φ 8	Φ 14	Φ 12	Φ 14
1	14	4	7,96					31,85
2	14	2	2,97					15,95
3	14	2	6,25					12,50
4	14	2	2,85			5,70		
5	14	2	1,70			3,40		
6	8	2	2,10			4,20		
7	6	30	1,50	45,00				
8	6	20	1,10	22,00				
9	6	5	1,80	9,00				
P2	12	6	1,70				10,20	
Lungime / Φ				76,00	4,20	9,10	10,20	60,30
kg/m				0,22	0,395	1,21	0,888	1,21
kg/Φ				16,90	1,70	11,00	9,00	73,00
Total				38,60				73,00

Total, kg 111,60

EXTRAS DE LAMINATE

Poz.	Denumire	Dimensiuni	Lungimea	Buc	Masa		
					Pe m	Pe buc.	Totală
P1	Oțel lat	100×10	22,5	4	7,85	176	7,04
							7,04
							0,96
						kg	6,75

CARACTERISTICI

Element	Volum m^3	Masa, t	Cofraj m^2	Laminate kg	Oțel-beton		Beton
					OB 37	PC 52	
Stîlp	1,03	2,60	3,56	17,00	38,60	73,00	B 250

Sudură cu electrozi EL 44 T

Fig. VIII.10 c. Extras de armătură pentru stîlpi.

3. Hale parter realizate cu ferme și arce din beton armat

a. **Hale a căror structură de rezistență este realizată cu ajutorul arcelor.** Folosirea arcelor din beton armat, executate monolit, își găsește în prezent o aplicare limitată, datorită consumului mare de manoperă, cofraje etc.

Concepția constructivă pentru realizarea monolită, prefabricată sau pretensionată este practic aceeași.

Folosirea arcelor cu tiranți pretensionați este în prezent posibilă datorită progreselor tehnologice înregistrate în execuția elementelor prefabricate și a celor pretensionate.

Din punct de vedere constructiv aspectul halelor cu arce din beton armat monolit este similar cu al celor din beton precomprimat. În figura VIII.9a s-a arătat o secțiune transversală printr-o hală parter realizată cu arce.

Problema principală la aceste tipuri constructive este ancorarea tirantului sau barelor întinse în noduri în special la cel de capăt (la reazem).

În figura VIII.11 sînt arătate diferite moduri de ancorare a tirantului, la arce și ferme, cînd arcul este realizat din armături elastice (oțel-beton). Zonele de ancorare sînt îngroșate pentru preluarea eforturilor locale. Barele în această zonă sînt ancorate în mai multe moduri : cu plăcuțe sudate prin aderență folosind bucle, cu bare filetate și plăcuțe etc. Barele de oțel-beton pot fi introduse și în grinzile longitudinale sau în bulb (întărituri), special prevăzute în capul arcului.

Pentru preluarea eforturilor locale (de întindere) care sînt deosebit de mari, în aceste zone se prevede în plus și o armătură transversală puternică (etrieri, frete, carcase).

Pentru tiranți apare eficient să se folosească în loc de oțel-beton, profile laminate, ancorate la capete cu piese sudate.

Pentru a preveni apariția unor săgeți mari la tirantul principal al arcului, acesta se execută cu o contrasăgeată și se ancorează de arcul propriu-zis prin montanți. Arcul are prevăzute mustăți pentru realizarea conlucrării cu elementele de acoperiș care se montează pe hale.

b. Hale a căror structură este realizată cu ajutorul fermelor din beton armat. Utilizarea fermelor din beton armat la realizarea halelor industriale a fost destul de răspîndită în cincinalele anterioare, datorită consumului redus de materiale pe care îl reclamă (oțel, ciment).

În figura VIII.12 se prezintă aspectul de ansamblu al unei hale realizată din ferme de beton armat. În planșa I* se dă un exemplu de armare a unei ferme din beton armat, cu bare independente de oțel-beton.

Ferma are două pante și reazemă pe nodul superior de capăt avînd și o legătură cu stîlpul care se betonează după montarea fermei.

Nodurile fermei sînt suficient de dezvoltate pentru a se putea ancora barele montanților și diagonalelor care sînt armate cu cîte 4 bare bine ancorate în tălpi în zona nodurilor.

---

*) Planșele sînt plasate la sfîrșitul cărții.

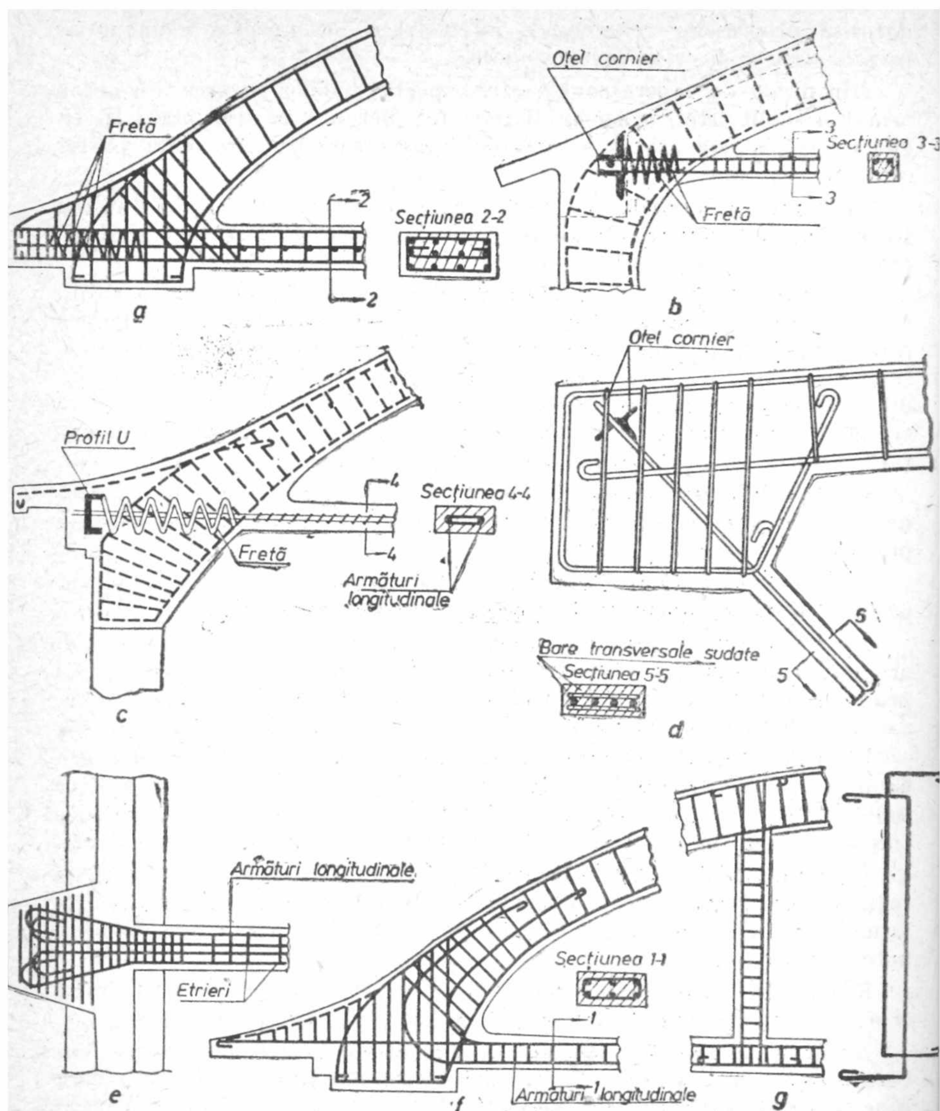


Fig. VIII.11. Ancorarea tiranților la ferme și arce :
a — prin fretaj ; *b*, *c* — prin plăci de ancoraj și fretaj ; *d* — prin plăci de ancoraj (corniere) ; *e*, *f*, *g* — prin aderență.

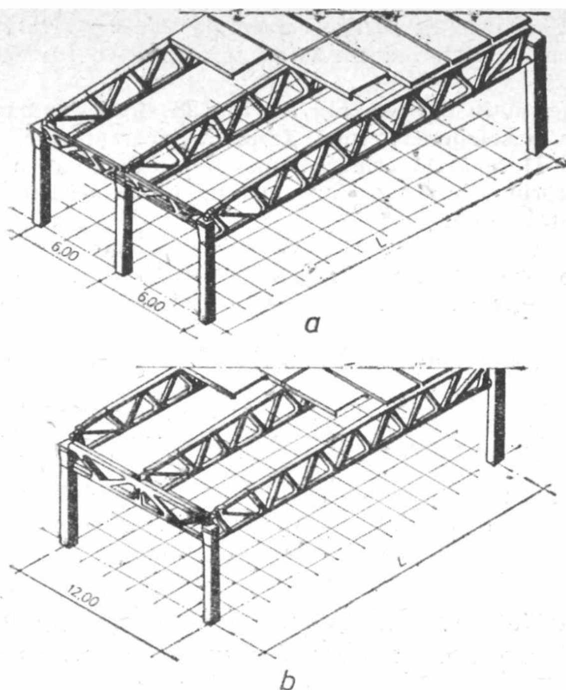


Fig. VIII.12. Structură de hală realizată cu ferme din panouri asamblate prin precomprimare : *a* — cu travee de 6,00 m ; *b* — cu travee de 12,00 m.

Tălpile au armătura continuă (v. planşa I). Pentru preluarea eforturilor locale mari din noduri se pun etrieri închişi deşi, iar la nodul de capăt sînt montate şi reţele (plase cu ochiuri dese). Talpa superioară are mustăţi pentru asigurarea conlucrării cu elementele de acoperiş, iar pentru manipulare este prevăzută cu cîrlige de agăţare.

4. Hale parter realizate cu ferme din beton precomprimat

În trecut s-au realizat elemente de fermă din beton armat asamblate prin postîntinderea armăturii ; pentru a se realiza indici tehnico-economici mai favorabili s-a trecut la execuţia în tipare a unor ferme din beton armat de 12, 15 şi 18 m, dintr-un singur tronson.

Fermele se toarnă în poziție orizontală, iar după întărire și decofrare se execută postîntinderea tălpii inferioare cu fascicule de sîrmă SBPI (v. cap. VI).

Fasciculele au în componența lor 14—28 sîrme, numărul lor fiind în funcție de deschiderea fermei, tipul de încărcare etc.

În planșa II se arată armarea unei ferme de 18 m deschidere (cu talpa precomprimată). La armarea acestei ferme s-au utilizat carcase sudate executate în fabrică.

Armătura nepretensionată a tălpilor și diagonalelor fermei este alcătuită din carcase sudate prin puncte sub formă desfășurată (plană) după care sînt îndoite (cu dispozitive speciale cu raza mare) sub formă de carcase închise.

Nodurile fermei sînt armate suplimentar, cu carcase speciale și etrieri închiși.

În talpa de jos se lasă la turnare un gol realizat prin teacă din bandă de oțel de grosime 0,2 mm și $\varnothing_{int} = 65$ mm care se extrage după turnarea betonului.

Postîntinderea se face prin tensionarea fasciculului de la ambele capete ; blocajul fasciculului se face cu ancoraje inel-con (v. cap. VI).

5. Hale fără pod rulant realizate cu elemente de suprafață tip UPH din beton precomprimat

În figura VIII.13a se arată realizarea halelor ușoare din grinzi precomprimate și elemente spațiale tip UPH cu deschideri de 12 ; 15 și 18,00 m, iar în figura VIII.13 b și c modul de armare a elementului prefabricat UPH cu deschiderea de 15,00 m și lățimea de 3,00 m.

a. **Armătura nepretensionată.** Elementul este armat cu plase executate de I.S.P.S.—Buzău și cu carcase sudate executate în fabrici, din sîrmă trasă STNB și oțel OB 37. La capete are prevăzute armături suplimentare din oțel PC 52 și OB 37 ($\varnothing$ 6, 10, 12 și 14). Marginile sînt întărite prin carcase.

Ordinea de montare a armăturii este următoarea :

1) *Se montează barele marca ② și ④, carcasele C1, urechile de agățare și apoi plasele P1 și P2 de la partea inferioară și se leagă barele marca ② și ④ de barele acestora.*

2) *Se amfilează toroanele.*

3) *La partea superioară se montează plasele P1 și P 2 și barele marca ① și ③ care se leagă de plase.*

4) *Poziționarea armăturii se face prin distanțieri din materialplastic.*

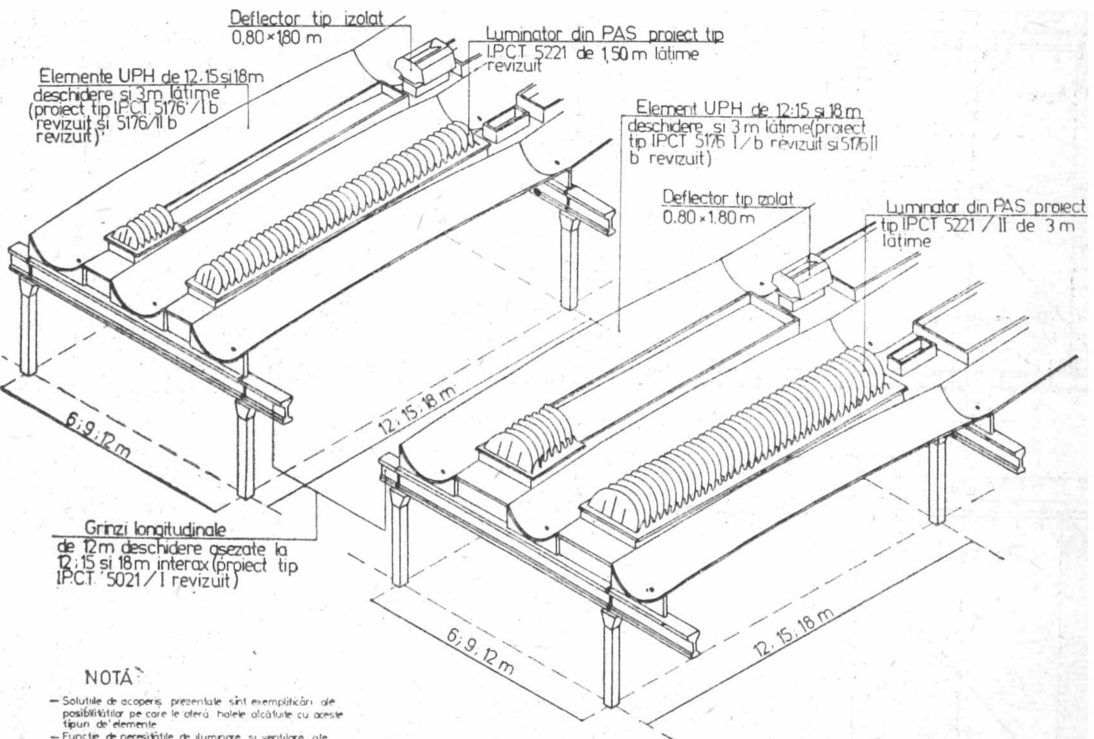


Fig. VIII.13 a. Hală fără pod rulant din elemente de suprafață tip UPH.

ELEMENT UPH-15/3 - a, b, c, d

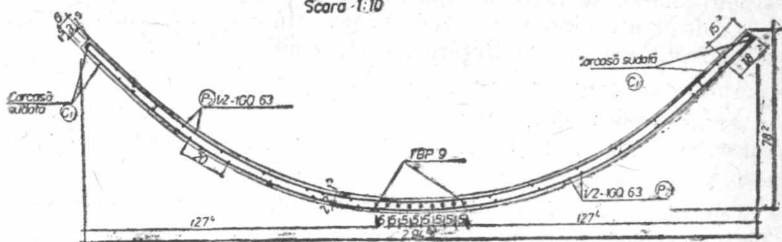
PLAN ARMARE SUPERIOARĂ

2Φ14 PC52
3Φ12-PC52 la a b (3Φ10-PC52 la c)
9Φ6-OB37 la d
2×9 TBP9 la a
2×8 TBP9 la b
2×6 TBP9 la c
2×5 TBP9 la d
Carcase sudate
P1 1/2-300.84
P2 1/2-100.63
5Φ6 OB37
2.05 | 35 | 1.70 | 35 | 1.70 | 35 | 1.70/2 | 1.70/2 | 35
14.80/2

PLAN ARMARE INFERIOARĂ

2Φ14 PC52
3Φ12-PC52 la a, b (3Φ10 PC52 la c)
13Φ6 OB37
2×9 TBP 9 la a
2×8 TBP 9 la b
2×6 TBP 9 la c
2×5 TBP 9 la d
Carcase sudate
P1 1/2-300.84
P2 1/2-100.63
5Φ6 OB37
2.05 | 35 | 1.70 | 35 | 1.70 | 35 | 1.70/2 | 1.70/2 | 35

Fig. VIII.13 b. Armarea elementului UPH-15/3.



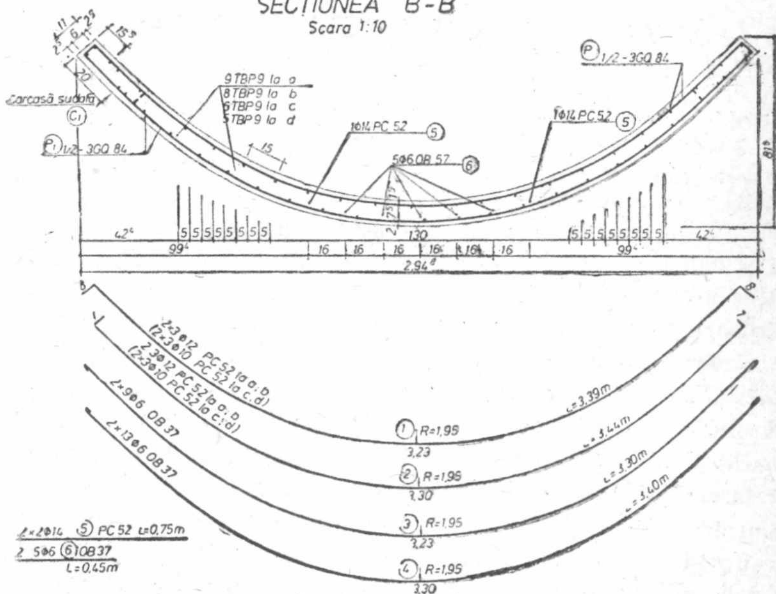


Fig. VIII.13 c. Armarea elementului UPH-15/3. Secțiuni transversale.

b. **Armătura pretensionată.** Aceasta este alcătuită din toroane TBP 9 (7 ∅ 3) care pretensionează elementul după două diagonale. Numărul toroanelor pe o direcție de pretensionare variază de la 5 la 9, după tipul elementului (deschidere, încărcare etc.).

Pretensionarea se face pe tiparul autoportant cu prese monofilare. Betonul folosit are marca 500. Rezistența minimă a betonului la transfer este 35 N/mm^2, iar la livrare de 44 N/mm^2.

Betonul este pregătit cu un vibrofinisor și tratat termic.

Abaterile admise la poziționarea armăturii sînt de 1 mm la armătura pretensionată și de 5—10 mm la lungimea și lățimea plaselor și carcaselor.

O mare atenție se dă și acoperirii cu beton la care se admite o abatere de maximum 5 mm.

B. ARMAREA CONSTRUCȚIILOR ÎN CADRE

Pentru anumite industrii, unde structura de rezistență trebuie să preia încărcări mari, aceasta este dimensionată în consecință.

Ori de cîte ori este posibil se folosesc construcții prefabricate, dar sînt și cazuri cînd elementele prefabricate nu pot fi utilizate.

În categoria halelor grele se consideră halele parter executate monolit și halele etajate pentru industrii la care presiunea pe planșee este de 10—30 kN/m^2.

Construcțiile de locuințe cu schelet de beton armat se execută mai rar.

La construcțiile monolite structura de rezistență este alcătuită din stîlpi solidarizați cu grinzile, formînd cadre plane, care la rîndul lor sînt solidarizate în direcție perpendiculară tot cu grinzi, realizînd și pe această direcție cadre. Rețeaua plană de grinzi și plăcile de legătură formează șaibe nedeformabile.

Construcțiile specifice pentru acest sistem sînt construcțiile etajate în cadre de beton armat, construcțiile etajate cu planșee ciuperci sau dale, construcțiile industriale parter în cadre, construcțiile specifice cu stîlpi peron, construcțiile pe stîlpi și grinzi cu zăbrele, solidarizate de stîpi cu învelitori grele și sisteme constructive ale halelor ușoare cînd se folosesc subansambluri de acoperiș grele ce au deschideri mari.

1. Cadre din beton armat monolit pentru hale industriale parter

Pentru hale industriale cu poduri rulante grele s-au folosit în trecut construcţii pe cadre cu trei deschideri ca cea din figura VIII.14, cu distanţa dintre cadre de circa 12,00 m. Grinzile sînt prevăzute cu vute.

Stîlpii exteriori sînt elastici pentru a permite dilatări şi contracţii în plan transversal; placa este din beton armat monolit. În mod practic, în prezent se execută numai construcţii parţial monolite.

La această soluţie trebuie reţinut modul cum se armează vutele, legătura de la colţurile cadrelor, armarea consolelor, ridicarea armăturii pe reazem.

În prezent, pentru zone seismice se respectă unele prevederi suplimentare, în special pentru armătura transversală din capetele stîlpilor şi grinzilor, aşa cum s-a arătat în cap. VII.

Fig. VIII.14 a. Armarea unui cadru monolit de hală industrială. Secţiune transversală prin hală.

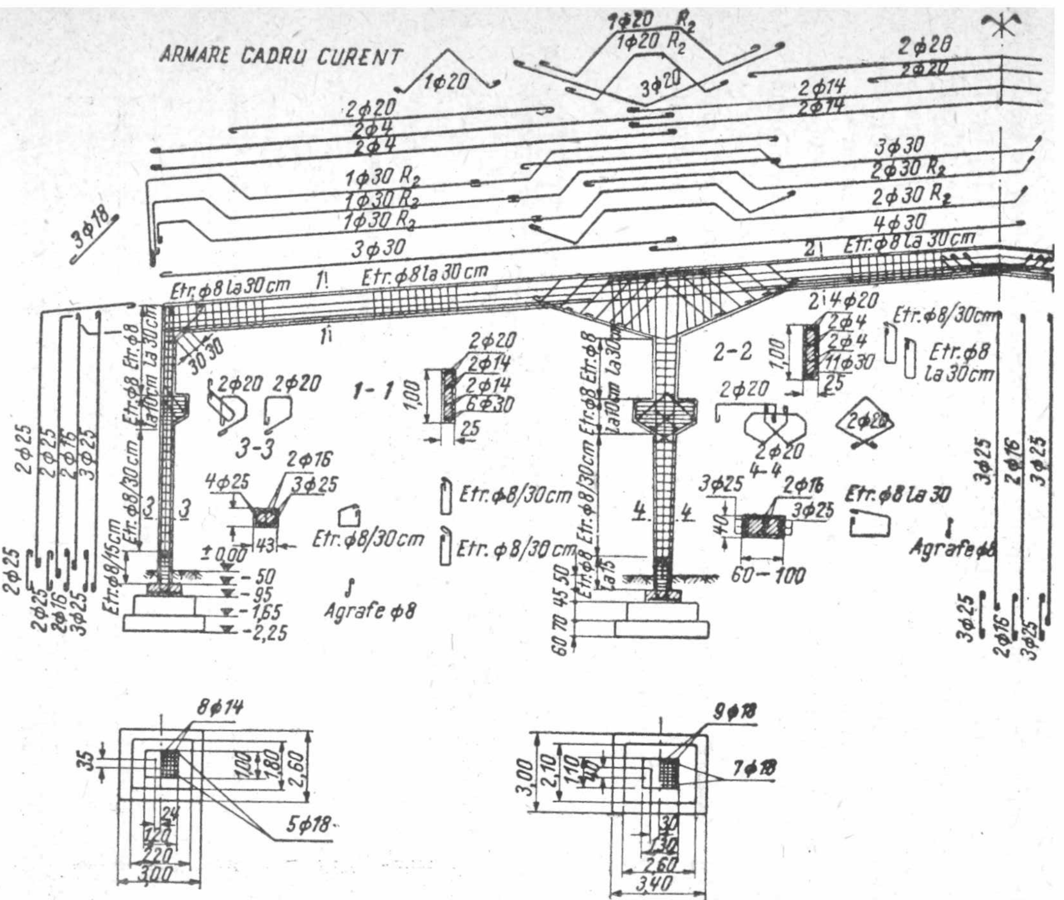


Fig. VIII.14 b. Armarea unui cadru monolit de hală industrială. Detalii de armare.

2. Cadre etajate din beton armat

a. **Cadre din beton armat etajate în soluţie monolită.** Construcţiile etajate din cadre flexibile au riglele cadrelor orizontale. Pentru construcţii cu deschideri egale, riglele (grinzile) cadrelor se execută fără vute ; la intercalarea de travei mărite, riglele cadrelor se măresc şi se prevăd de regulă grinzi cu vute pe reazem. Construcţiile actuale se execută numai parţial monolit ; planşeele sînt prefabricate parţial sau în totalitate şi de asemenea o parte din rigle.

În figura VIII.15 se prezintă armarea unui fragment de cadru monolit cu placă monolită, şi anume : modul de înnădire la stîlpi, ridicarea armăturii pe reazeme, folosirea etrierilor închişi pe reazeme şi la stîlpi, îndesirea etrierilor pe reazeme şi la capetele stîlpilor etc. Se atrage atenţia asupra poziţionării armăturii prin purici şi distanţieri. În zone seismice, după noile norme de armare se acordă un rol mai mare armăturilor transversale prin etrieri şi continuităţii armăturii pe reazeme şi la colţul cadrelor.

b. **Cadre din beton armat etajate în soluţie parţial prefabricată.** În această variantă stîlpii halelor se toarnă monolit pe fiecare nivel : grinzile (riglele) pot să fie prefabricate, iar planşeele se pot executa din elemente de planşeu de tip Π de 6—12 m (fig. VIII.16) sau din planşee predală.

c. **Cadre din beton armat în soluţie integral prefabricată.** Toate elementele sînt prefabricate, stîlpii pot fi de înălţimea unui etaj cu console lungi sau scurte, de asemenea pot fi şi continui pe înălţimea a două sau trei niveluri, riglele principale sînt prefabricate, iar riglele de rigidizare se execută pe şantier. Fundaţiile sînt de asemenea prefabricate, iar elementele de planşeu sînt de regulă complet prefabricate (fig. VIII.17).

În figura VIII.18 se arată o soluţie de hală P+1 integral prefabricată, la care se foloseşte pentru şarpantă ca element de rezistenţă ferme de acoperiş din beton armat precomprimat (v. planşa II).

Pe ferme se montează grinzi secundare prefabricate, avînd învelitoarea din azbociment izolat termic.

Planşeele sînt alcătuite din chesoane prefabricate suprabetonate, iar stîlpii şi fundaţiile din beton armat prefabricat.

La armarea stîlpului central (planşa III) este folosit oţelul PC 52 pentru bare de rezistenţă, avînd etrierii din oţel OB 37. Oţelul PC 52 este fasonat fără ciocuri sau cu ciocuri drepte, iar armătura transversală (etrierii) este îndesită la capetele stîlpilor şi în zona consolelor, conform reglementărilor pentru calculul în zone seismice.

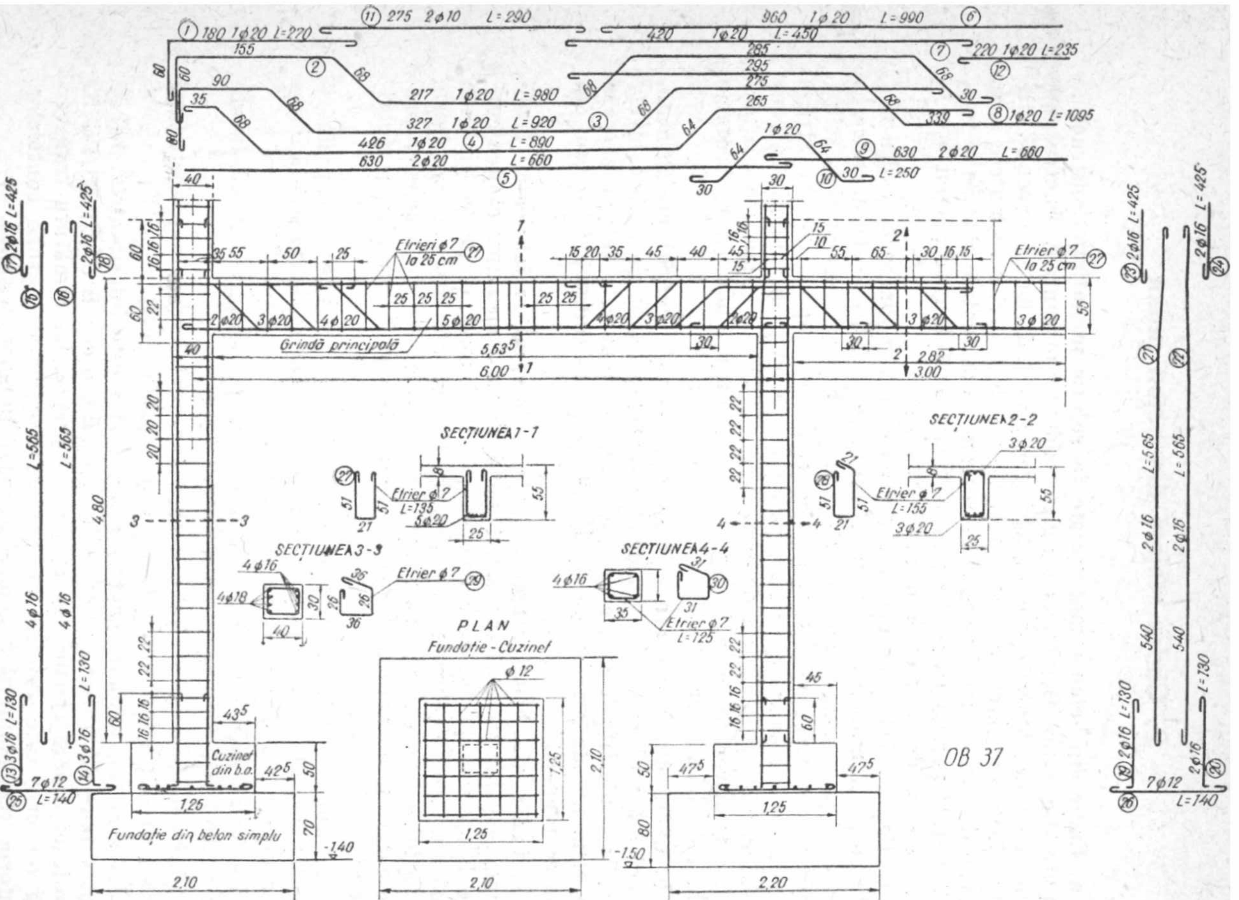


Fig. VIII.15 Exemplu de armare a unei porțiuni de cadru etajat.

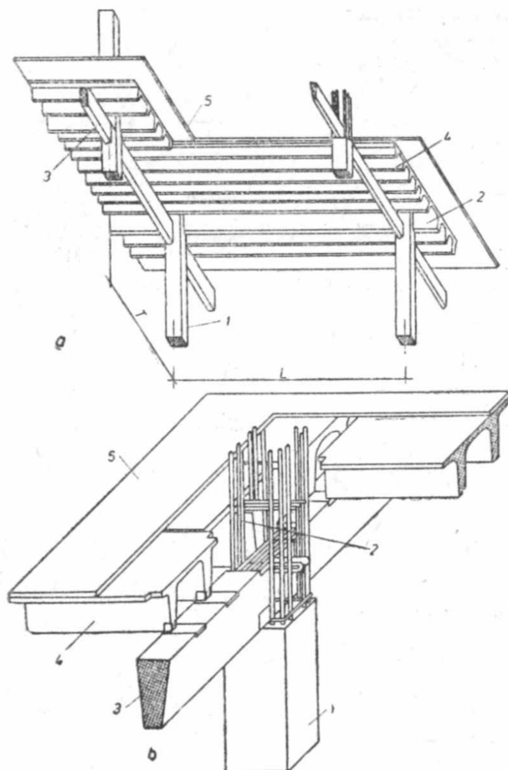


Fig. VIII.16. Elementele structurii parţial prefabricate pentru hale industriale etajate :

a — elementele structurii ; *b* — alcătuirea unui nod ; *1* — stîlp din beton turnat monolit în cofraje de inventar ; *2* — grindă de rigidizare prefabricată transversală ; *3* — grindă principală prefabricată longitudinală ; *4* — element de planşeu tip II ; *5* — suprabetonare armată.

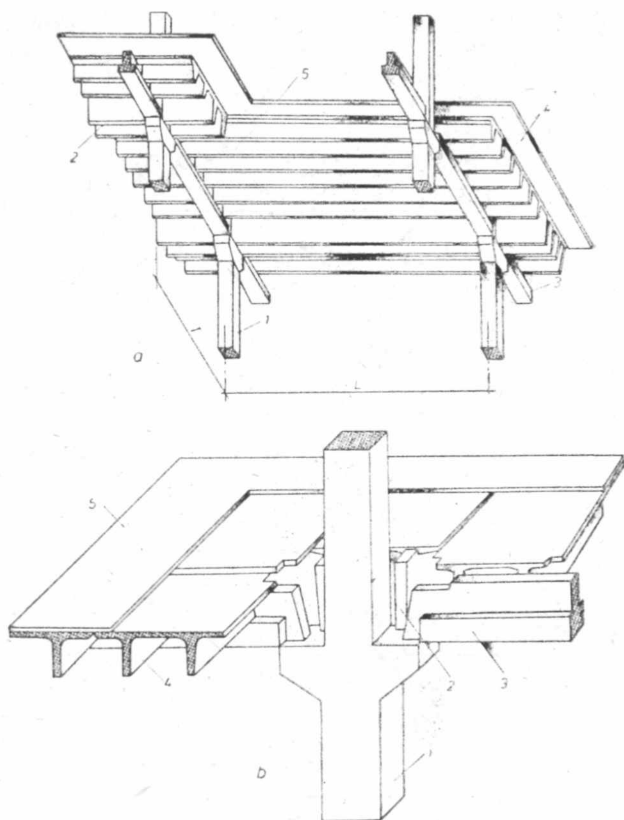


Fig. VIII.17. Elementele structurii integral prefabricate — varianta stîlpi cu console scurte — pentru hale industriale etajate :

a — elementele structurii ; *b* — alcătuirea unui nod ; *1* — stîlp din beton armat cu console scurte prefabricat sau preturnat pe șantier ; *2* — riglă transversală prefabricată ; *3* — grindă longitudinală prefabricată ; *4* — element de planșeu tip Π ; *5* — suprabetonare armată.

Fig. VIII.18 a. Hală etajată din elemente prefabricate. Secțiune transversală (proiect I.P.C.T.)

Fig. VIII.18 b. Hală etajată din elemente prefabricate. Secțiuni longitudinale.

3. Stîlpi din beton armat pentru clădiri și hale industriale

Stîlpii sînt destinați a prelua în primul rînd forțele de compresiune pe care le transmite greutatea clădirii și încărcările pe care le suportă (utilaj, materiale, oameni, mijloace de ridicat etc.), iar în al doilea rînd trebuie să reziste tendinței de încovoiere din efectul de cadru, din podul rulant și din conlucrarea spațială a construcției.

Comportare similară cu stîlpii au toate elementele de tip bară din construcții (barele fermelor, arcele etc.) care trebuie să suporte eforturi de compresiune.

a. **Forme constructive.** Stîlpii de hale industriale, au de regulă, formele arătate în figura VIII.19. Secțiunea transversală a stîlpilor și modul cum apare armătura în secțiunea transversală se vede în figura VIII.20.

Cele mai utilizate forme de secțiuni sînt : dreptunghiulare, dublu T, casetate, în cruce, circulare, tubulare (la cei centrifugați), poligonale etc.

Armătura poate fi elastică (oțel-beton pentru beton armat sau beton precomprimat) sau rigidă (din laminate de oțel). Secțiunea cea mai utilizată este cea dreptunghiulară. Raportul dintre laturile dreptunghiulare din secțiunile transversale este $h/b = 1{,}5 \ldots 3$.

Dimensiunile se iau, de regulă, din 5 în 5 cm pînă la înălțimea secțiunii de 80 cm, apoi multiplii de 10 cm.

Stîlpii trebuie să îndeplinească condiții de rigiditate exprimate prin raportul dintre înălțimea H a stîlpului și lățimea h a secțiunii transversale.

La stîlpii de rezistență raportul H/h variază astfel :

— la construcții obișnuite $H/h \leqslant 25$ (20 la beton din granulit) ;

— la hale industriale $H/h \leqslant 14$ (12 la poduri rulante grele).

Secțiunile transversale pentru latura mică variază de regulă între 20 și 40 cm.

La halele industriale se folosesc și stîlpi cu goluri sau stîlpi dublu T cu inimă plină subțire (fig. VIII.21).

Stîlpii cu goluri sînt în prezent studiați pentru corecta dimensionare a ramurilor, barelor transversale și zonelor de legătură.

b. **Armarea stîlpilor.** Regulile de armare a stîlpilor au fost arătate la cap. VII.

Armătura se așază periferic stîlpilor și cît mai uniform și simetric, avînd grijă să se asigure acoperirea cu beton și o bună legătură prin armături transversale (etrieri, frete etc.), (fig. VIII.22, *a* — *d*).

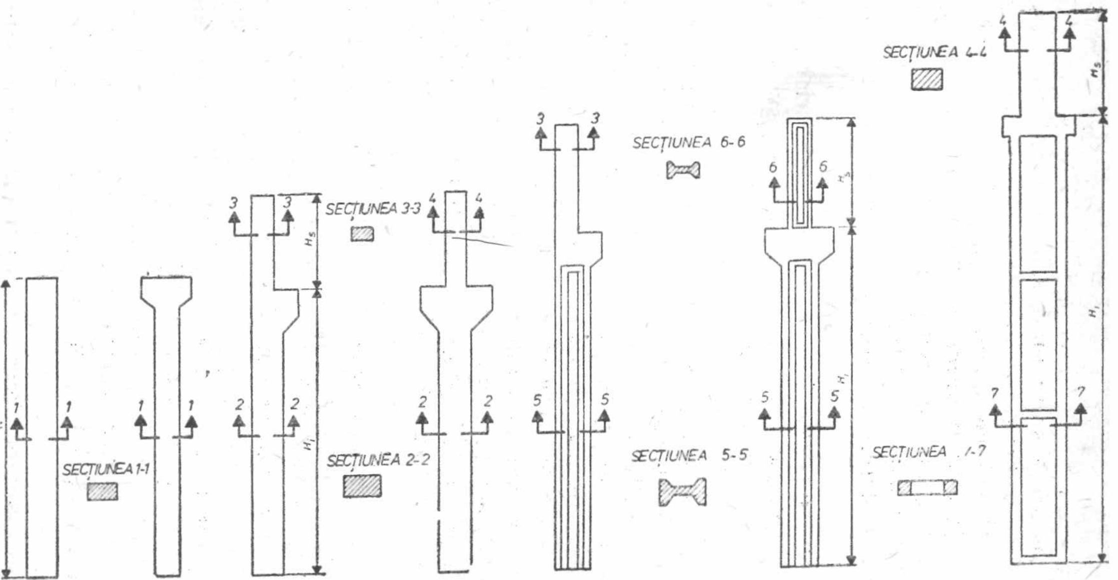


Fig. VIII.19. Tipuri de stîlpi pentru hale industriale.

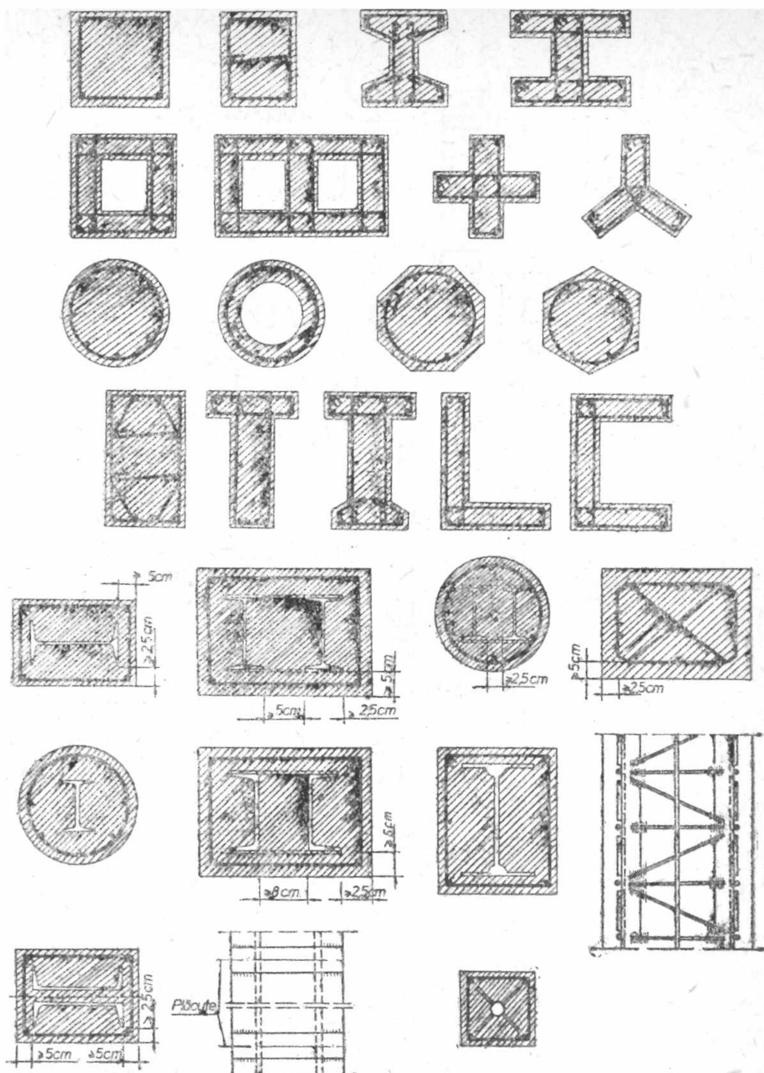


Fig. VIII.20. Secțiuni transversale utilizate pentru stîlpi.

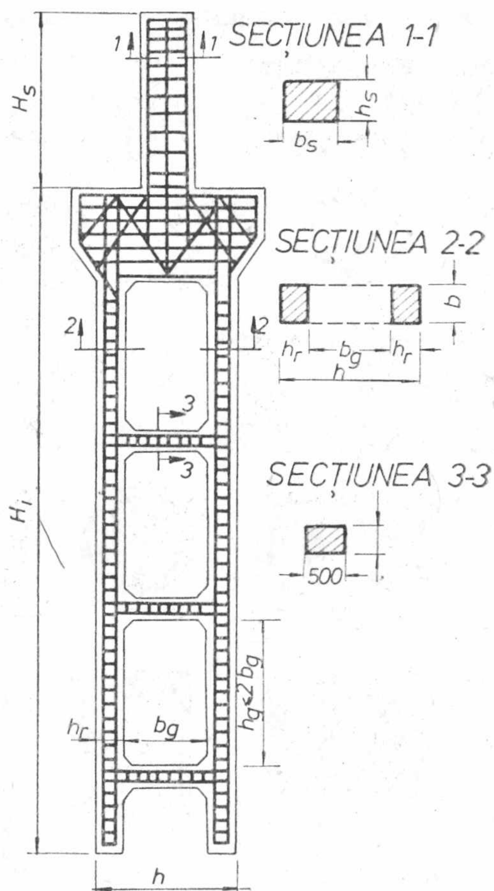
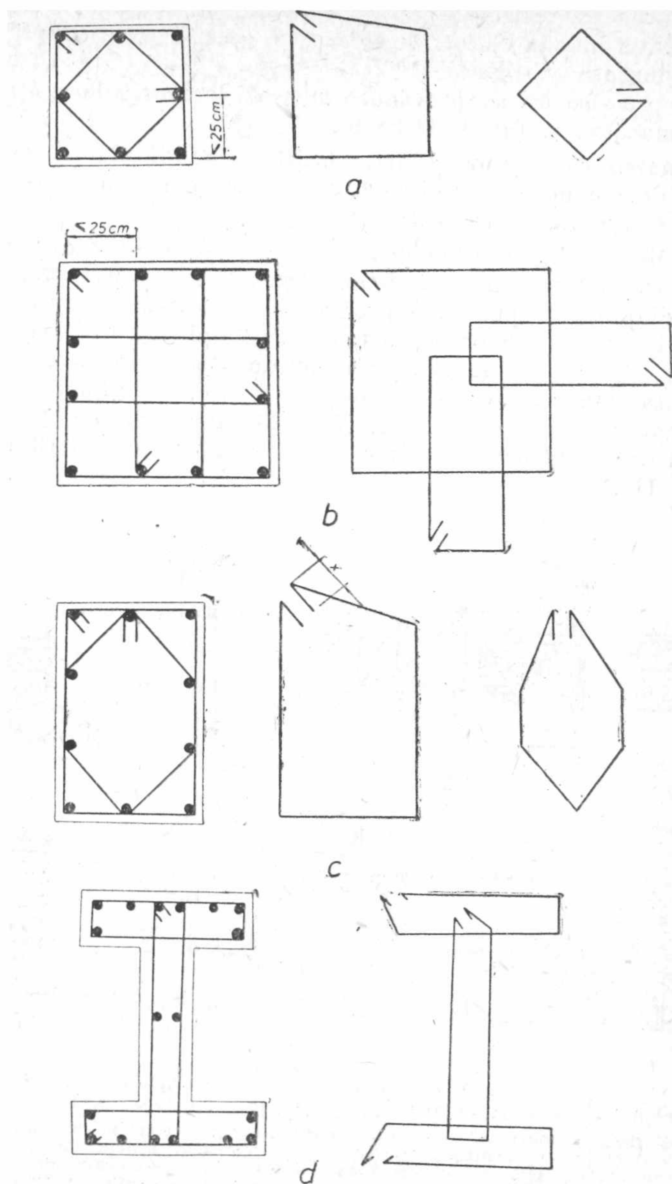


Fig. VIII.21. Stîlp cu goluri pentru hale industriale.



NOTĂ: Lungimea ciocului (x) la etrieri = 10d

Fig. VIII.22. Armarea stîlpilor (secțiuni transversale).

Armăturile de rezistență (longitudinale) ale stîlpilor trebuie să se găsească din 2 în 2 în colțuri de etrieri, de aceea se folosesc etrieri dubli sau suplimentari (v. fig. VIII.22).

Stîlpii prefabricați au prevăzute mustăți (ochiuri) de agățare (prindere) în macara (v. fig. VIII.10 b).

c. Armarea consolelor și articulațiilor. Stîlpii sînt prevăzuți cu console scurte pentru sprijinirea grinzilor de rulare sau a elementului de acoperiș (grindă, fermă, arc etc.).

Consolele stîlpilor sînt solicitate la încărcări concentrate mari care produc eforturi locale puternice de forfecare, încovoiere etc. Consolele se armează puternic pentru a prelua aceste eforturi ; armătura de la partea întinsă a consolelor se ancorează în stîlpi și se distribuie simetric în console. Pentru preluarea eforturilor de tăiere (forfecare) armătura este ridicată (coborîtă) ori de cîte ori este posibil și completată cu etrieri deși (armătură transversală, fig. VIII.23, *a*). Exemple de armare a consolelor din capul stîlpilor se pot vedea și în figura VIII.10 **b**, VIII.14 și planșa III.

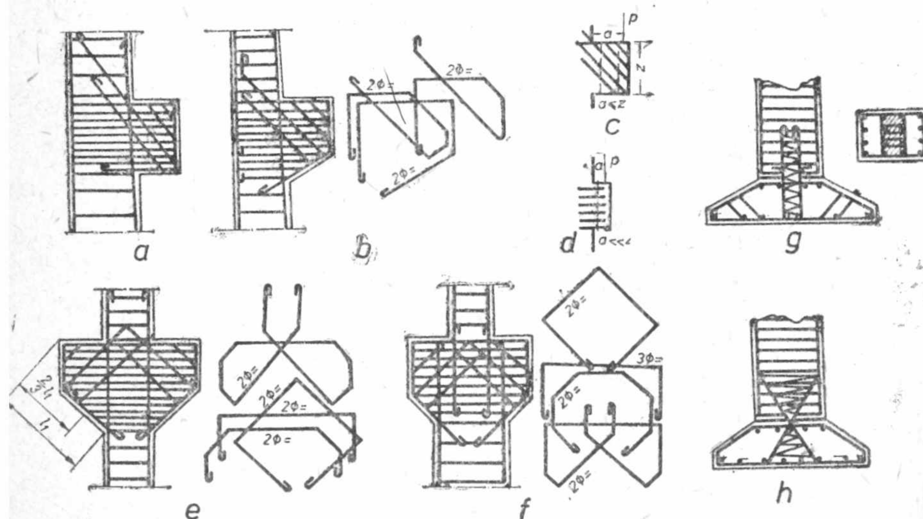


Fig. VIII.23. Armarea consolelor scurte și a articulațiilor. Armăturile pot fi astfel aranjate încît să intervină de două ori în rezistența consolei :

a — consolă de stîlp marginal cu secțiune constantă ; *b* — consolă de stîlp marginal cu secțiune variabilă ; *c* — armarea transversală a consolei scurte cu bare înclinate ; *d* — armarea transversală a consolei foarte scurte ; *e, f* — console de stîlpi centrali cu secțiune variabilă ; *g* — armarea articulației cu miez la un stîlp pe fundație ; *h* — armarea articulației cu bare încrucișate la un stîlp pe fundație ; 2/3 *l*, reprezintă porțiunea activă a armăturii transversale.

Fig. VIII.24. Armarea nodurilor de cadre :
a, b, c, d — noduri de colț ; *e, f* — noduri intermediare.

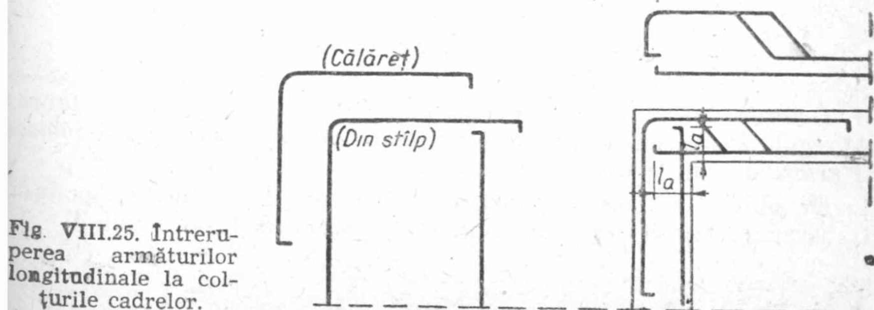


Fig. VIII.25. Întreruperea armăturilor longitudinale la colțurile cadrelor.

În prezent *articulațiile de beton armat* se folosesc mai rar. Articulația se întrebuințează, de regulă, la baza și în capul unor stîlpi, arce, bolți, cadre și la grinzi continue cu articulații.

Se pot realiza articulații perfecte sau articulații parțiale (prin micșorarea secțiunilor la 1/3 sau 1/4). Armarea articulațiilor trebuie să fie puternică, întrucît toate eforturile din articulație se preiau numai de armătură.

Armătura din articulații se ancorează de asemenea puternic și se pretează pentru preluarea eforturilor locale (fig. VIII.23, *g*, *h*).

d. **Armătura nodurilor de cadru.** În cap. VII s-au arătat criteriile de armare a elementelor frînte (grinzi). În exemplele din cap. II și III s-au putut urmări moduri de armare a nodurilor la cadrele executate monolit.

La halele industriale, legătura dintre rigle și stîlpi trebuie realizată cît mai corect pentru a prelua întinderile din fibrele întinse (de la partea superioară și inferioară) și eforturile de forfecare. Armătura din riglă se ancorează în stîlp, iar cea din stîlp, în riglă pe o lungime de 30—40 *d* în zonele întinse și pe 20—30 *d* în zonele comprimate (pentru oțeluri tip PC se vor lua lungimile recomandate la cap. VII).

Barele se întrerup numai cîte două în aceeași secțiune transversală, distanța dintre secțiuni fiind de 30 *d* (fig. VIII.24).

Barele care se îndoaie după un arc de cerc au raza minimă de 15 *d*.

În cazul solicitărilor mari (momente încovoietoare mari) nodurile sînt prevăzute cu vute (v. fig. VIII.14).

Se poate adopta și soluția de fretare a regiunii comprimate a vutei.

Pentru colțurile de cadru cu eforturi de întindere la fața exterioară, întreruperile armăturilor longitudinale se fac de regulă conform figurii VIII.25.

Armăturile transversale (etrieri) se îndesesc în dreptul nodurilor pentru preluarea eforturilor de întindere din această zonă și a preveni flambarea barelor longitudinale la eforturi alternative date de forțele orizontale provocate de cutremur.

În nodurile cadrelor cu vute, etrierii se așază normal pe vute.

4. Grinzi de rulare

Grinzile de rulare (fig. VIII.26) se execută în prezent în fabrici, de regulă din beton armat precomprimat. La deschideri mici se folosesc și grinzi de rulare din beton armat.

De obicei se folosesc grinzi de rulare simplu rezemate. Secțiunea transversală folosită este, de regulă, sub formă de T sau dublu T.

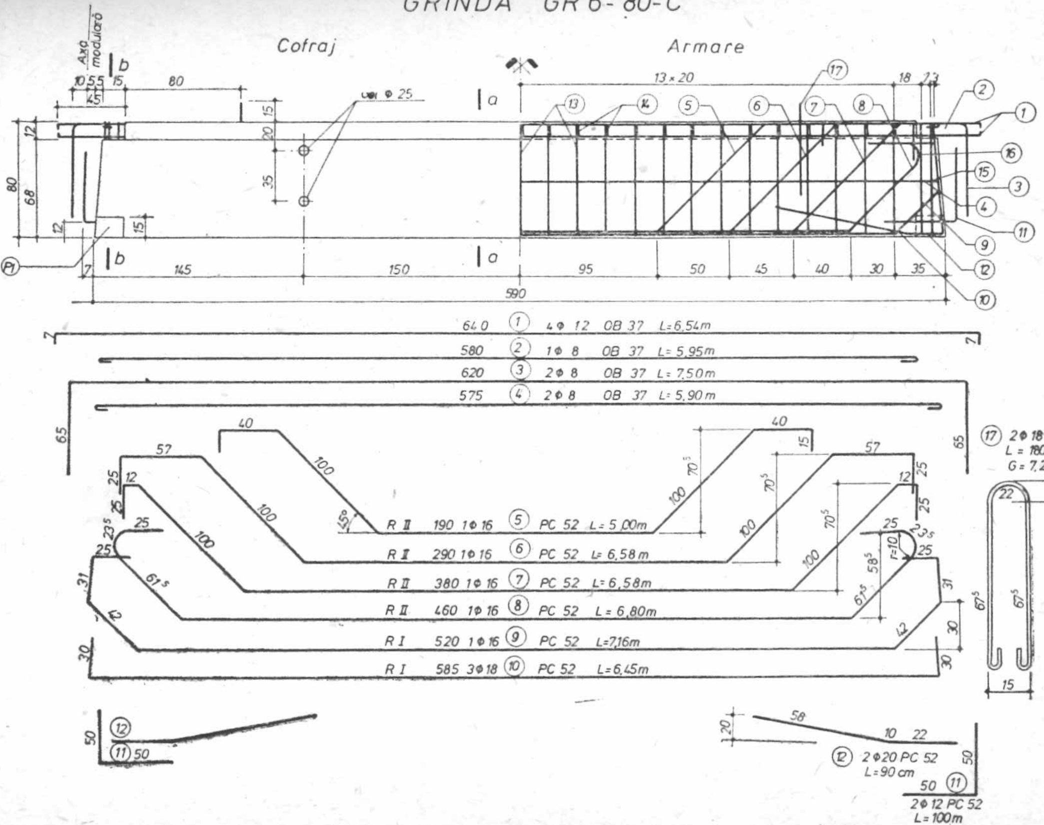
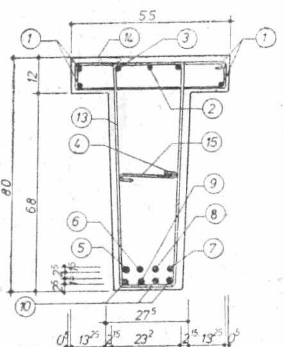
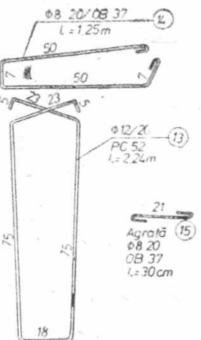


Fig. VIII.26 a. Armarea unei grinzi de rulare din beton armat. Secțiune longitudinală (proiect I.P.C.T.).





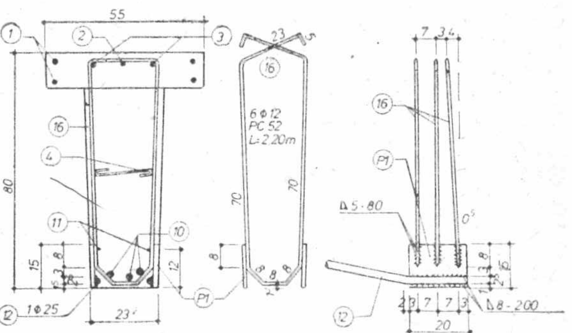


Fig. VIII.26 b. Armarea unei grinzi de rulare din beton armat. Secțiuni transversale (proiect I.P.C.T.).

Înălţimea h a grinzii se ia de 1/7—1/10 din deschiderea l, iar lăţimea b este de 1/2—1/4 din h.

Talpa grinzii se proiectează de 10—14 cm, fiind de o lăţime destul de mare pentru a mări rigiditatea transversală a grinzii. La grinzile simplu rezemate se poate obţine continuitatea lor printr-o zonă de legătură bine armată şi betonată.

Armătura de rezistenţă este din oţel PC 52 şi nu are prevăzute ciocuri rotunde, ci numai ciocuri drepte.

Pentru preluarea forţelor tăietoare pe reazem s-a pus multă armătură ridicată (înclinată).

Legătura de continuitate pe reazem se realizează prin mustăţi. Pe grindă se prevăd piese metalice pentru rezemare pe consolele stîlpilor şi prinderea şinei.

Grinda are legături cu stîlpii şi pentru preluarea forţelor de frînare longitudinale şi transversale.

Pentru armarea grinzilor de rulare se pot utiliza şi carcase sudate puternice.

C. ARMAREA FUNDAŢIILOR

Fundaţia este partea de construcţie care transmite terenului încărcările construcţiei, asigurîndu-i nedeformabilitatea acesteia pînă la limitele ce-i conferă siguranţă. Fundaţiile pot fi din zidărie de piatră, beton ciclopian, beton simplu şi beton armat.

Deoarece terenul are capacitate redusă de a prelua compresiuni, fundaţia asigură o suprafaţă de rezemare mare, făcînd trecerea de la secţiunile mai reduse ale stîlpilor sau elementelor de construcţii la suprafaţa necesară rezemării. Corpul de fundaţie se găseşte de regulă sub nivelul terenului ; el reazemă pe un strat de fundare ce se găseşte la o adîncime relativ mică.

Tipurile obişnuite de fundaţii sînt : *fundaţii izolate din beton şi beton armat ; fundaţii de adîncime ; fundaţii continue rectilinii şi circulare din beton simplu sau beton armat ; fundaţii din reţele de grinzi şi radiere din beton armat ; fundaţii speciale din beton armat (circulare, poligonale, cu nervuri, fundaţii precomprimate etc.).*

Tipurile de fundaţii, adîncimea de fundare, suprafaţa de rezemare şi condiţiile de izolare se aleg în funcţie de : *natura terenului şi nivelul apelor subterane ; adîncimea de îngheţ* (talpa fundaţiei găsindu-se sub această adîncime) ; *importanţa clădirii şi seismicitatea regiunii ; condiţiile de exploatare ale clădirii* (încărcări, umiditate etc.).

Materiale folosite. Pentru fundaţiile din beton simplu se folosesc mărcile de beton $B_c3,5$, B_c5 şi $B_c7,5$. La umpluturi şi egalizări se foloseşte marca $B_c3,5$.

Pentru armare se folosesc: *pentru armătura constructivă,* OB 00 şi OB 37; *pentru armătura de rezistenţă,* OB 37, sîrme netede şi profilate STNB şi STPB şi oţeluri cu profil periodic PC 52.

Adîncimea de îngheţ. Aceasta este de regulă mai mare de 70 cm (STAS 6054-77). Adîncimea de fundare la terenurile expuse îngheţului este mai mare decît adîncimea de îngheţ cu circa 10—20 cm. În porţiunile de clădire neexpuse îngheţului aceasta se reduce la 40—50 cm.

1. Fundaţii izolate din beton şi beton armat

Acestea sînt fundaţii de mică adîncime folosite la stîlpii din beton armat monoliţi şi prefabricaţi şi la stîlpii metalici. Suprafaţa de rezemare pe teren a fundaţiilor este de formă pătrată sau dreptunghiulară.

Tipurile de fundaţii folosite în mod curent sînt: *tălpile din beton armat; blocurile din beton simplu şi cuzineţii din beton armat; paharele din beton armat pentru stîlpii prefabricaţi.*

a. **Fundaţii izolate cu tălpi din beton armat.** Aceste fundaţii sînt de regulă fundaţii de mică adîncime, care pot fi cu solicitări centrice sau excentrice, adică la care axa stîlpului se găseşte în axa fundaţiei sau are o deviere faţă de axa fundaţiei.

Din punctul de vedere al formei, talpa fundaţiei poate fi de formă prismatică, la dimensiuni mici ale fundaţiei la care suprafaţa $A \leq 1$ m², sau de formă tronconică, la dimensiuni mai mari ale fundaţiei la care suprafaţa $A > 1$ m².

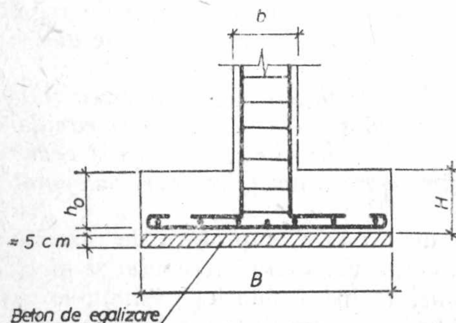


Fig. VIII.27. Fundaţie izolată prismatică.

b. **Fundaţii izolate de formă prismatică** (fig. VIII.27). Recomandări constructive de alcătuire:

1) *Raportul înălţime/lăţime (H/B) trebuie să aibă valori corespunzătoare pentru ca fundaţia să fie rigidă* şi să nu fie nevoie de armături ridicate pentru preluarea forţelor tăietoare; aceste condiţii sînt îndeplinite la fun-

dațiile curente dacă $H/B = 0,25...0,35$; la stîlpii de colț înălțimea fundației este mai mare și satisface condiția :

$$H/(2B - b) = 0,25...0,30.$$

2) *Înălțimea minimă constructivă ($H \geqslant 30$ cm) trebuie să fie satisfăcută concomitent cu raportul H/B.*

Betonul de egalizare are grosimea de 5 cm și se toarnă înainte de turnarea fundației.

Reguli de armare :

1) *Procentul minim de armare se ia 0,05% raportat la secțiunea Bh_0*, de exemplu la $B = 100$ cm și $h_0 = 30$ cm, armătura minimă va fi :

$$A_f = \frac{100 \times 30 \times 0,05}{100} = 1,5 \text{ cm}^2 ; A_f \approx 6 \varnothing 6.$$

2) *Armarea se face de regulă cu plase sudate cu sau fără ciocuri, conform regulilor de armare. Aria armăturii se determină prin calcul și va fi mai mare decît cea minimă arătată.*

3) *Armătura se plasează la partea întinsă a fundației (fața de jos) ; la fundații pătrate armătura se distribuie uniform pe întreaga talpă.*

4) *Armătura stîlpilor trebuie să pătrundă în fundație pe lungimea de ancorare necesară* (v. cap. VII).

c. **Fundații izolate de formă tronconică.** Acest tip de fundație se utilizează la fundații cu tălpi mai late ($A > 1$ m²) sau cînd trebuie să se reducă cantitatea de beton. Acest tip de fundație este mai dificil de executat.

Reguli constructive de fundare (fig. VIII.28) :

1) *Înălțimea marginii H' va fi de cel puțin 20 cm*, de regulă :

$$H' = H/3...H/2.$$

În jurul bazei stîlpului se va lăsa o porțiune orizontală de 5—10 cm lățime.

2) *Armătura se determină prin calcul.*

La fundațiile cu tălpi dreptunghiulare armătura determinată sub zona activă a fundației (determinată de planurile la 45° duse din colțurile stîlpului) se extinde (cu aceeași secțiune pe metru liniar) pe toată talpa (restul tălpii). Distanța maximă dintre armături va fi mai mică de 25 cm.

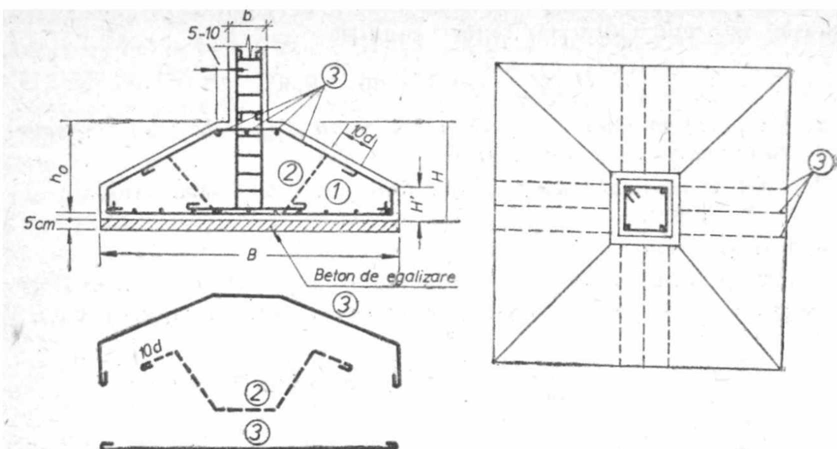


Fig. VIII.28. Fundație izolată tronconică din beton armat pentru un stîlp.

La partea superioară se prevede o armătură constructivă compusă din bare la maximum 50 cm, cu $\varnothing_{min}$ 10 la oțel PC și $\varnothing_{min}$ 12 la oțel OB 37.

Pentru evitarea fisurării betonului se folosește (din calcul sau constructiv) și armătură ridicată de același diametru cu armătura de la partea superioară.

Armătura are de regulă și ciocuri pentru îmbunătățirea ancorării.

d. Fundații tip ciupercă izolate clasic. Acest tip de fundații se utilizează în cazuri speciale, pentru fundații de foarte mică adîncime. În figura VIII.29 se dă o variantă de armare a unei astfel de fundații.

În cazul în care eforturile sînt mari, barele ridicate trebuie să aibă lungimea de ancorare în zona comprimată (în partea de sus) conform prevederilor din cap. VII.

e. Fundații izolate excentrice (nesimetrice). Acest tip de fundații sînt folosite în cazul solicitărilor excentrice (stîlpi de colț) și în cazul în care din anumite motive fundația nu se poate dezvolta în toate direcțiile sau cînd solicitările excentrice sînt mari (fig. VIII.30) și nu este economic să se folosească o fundație centrică.

O variantă a fundațiilor excentrice sînt cele cu grinzi de echilibrare la care fundația de margine nesimetrică este legată cu o grindă de altă fundație vecină.

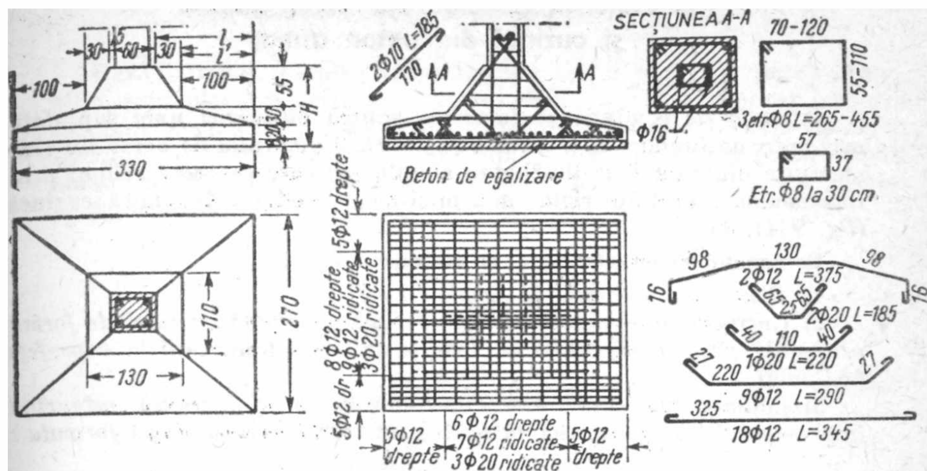


Fig. VIII.29. Fundație izolată în formă de ciupercă, pentru stîlp din beton armat.

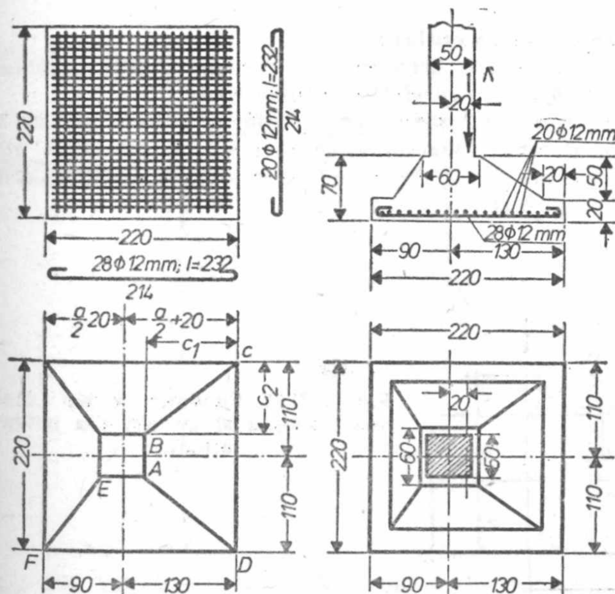


Fig. VIII.30. Fundație din beton armat, solicitată excentric.

2. Fundații cu bloc din beton simplu și cuzinet din beton armat

O astfel de fundație se folosește pentru obținerea unei suprafețe mai mari de fundare la o adîncime dorită. Fundațiile de acest tip sînt alcătuite dintr-un bloc din beton simplu, pe care reazemă stîlpul prin intermediul unei tălpi rigide mai mici decît fundația denumită cuzinet (fig. VIII.31).

Recomandări constructive de fundare :

1) *Blocul are retrageri în trepte (1—3).*

2) *Cuzinetul se dimensionează ca o fundație rigidă cu tălpi de formă prismatică pînă la suprafața de 1 m² și de formă tronconică la suprafețe mai mari.*

3) *Lățimea cuzinetului b se dimensionează cît mai redusă, asigurînd însă transmiterea presiunilor la teren ; de regulă variază după formula :*

$$b = (0{,}40\ldots0{,}65)B$$

în funcție de numărul treptelor.

4) *Înălțimea treptelor blocului este în jur de 30—40 cm.*

5) *Înălțimea cuzinetului rezultă din condițiile :* $h \geqslant 0{,}25b$; $b = h/l = 2/3\ldots1$.

Reguli de armare a cuzinetului :

1) *În principiu cuzinetul se armează ca o fundație rigidă izolată, cu procent de armare de 0,05% raportat la secțiunea* bh_0.

2) *La partea inferioară cuzinetul are o plasă cu ochiuri pătrate sau dreptunghiulare, cu distanța maximă între bare de 25 cm (250 mm).*

3) *Cuzinetul se ancorează în blocul de beton simplu printr-o armătură de ancoraj* (v. cap. VII).

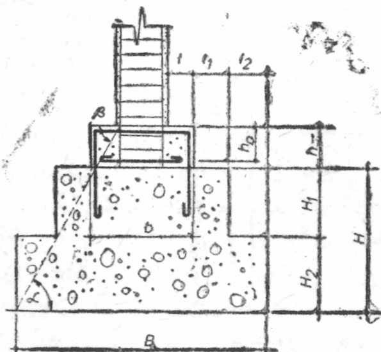


Fig. VIII.31. Fundație cu bloc din beton simplu și cuzinet din beton armat.

3. Fundaţii izolate pentru stîlpi metalici

Baza stîlpilor metalici se alcătuieşte astfel pentru a putea transmite, prin placa de bază şi traverse, efortul de compresiune, iar prin şuruburi de ancoraj, efortul de întindere. Fundaţia propriu-zisă este alcătuită dintr-un bloc din beton simplu şi un cuzinet din beton armat. Modul de alcătuire şi prindere a stîlpului de fundaţie se poate urmări pe figurile VIII.32 şi VIII.33.

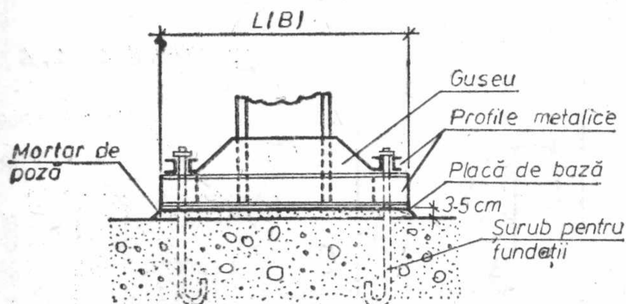


Fig. VIII.32. Fundaţie izolată pentru stîlp metalic cu eforturi mici.

15cm
L(B)
15cm
N
M
Şuruburi de ancorare
Cadru de profile metalice refolosibile
Placa de bază a stîlpului
3-5 cm
Carcasa şuruburilor de ancorare
Mortar de poză
Armătura cuzinetului
Armătură de montaj
A
A
Blocul fundaţiei
A-A
Şurub
OL sudat de şurub şi de placa de repartiţie
Placă de repartiţie

Fig. VIII.33. Fundaţie izolată pentru stîlp metalic cu eforturi mari.

4. Fundații izolate tip pahar pentru stîlpi prefabricați

La construcțiile integral prefabricate fundațiile stîlpilor se execută sub formă de fundație prefabricată tip pahar, în care se introduce stîlpul prefabricat, care se împănează de regulă cu pene metalice și mortar de ciment, realizînd încastrarea stîlpului în fundație (fig. VIII.34).

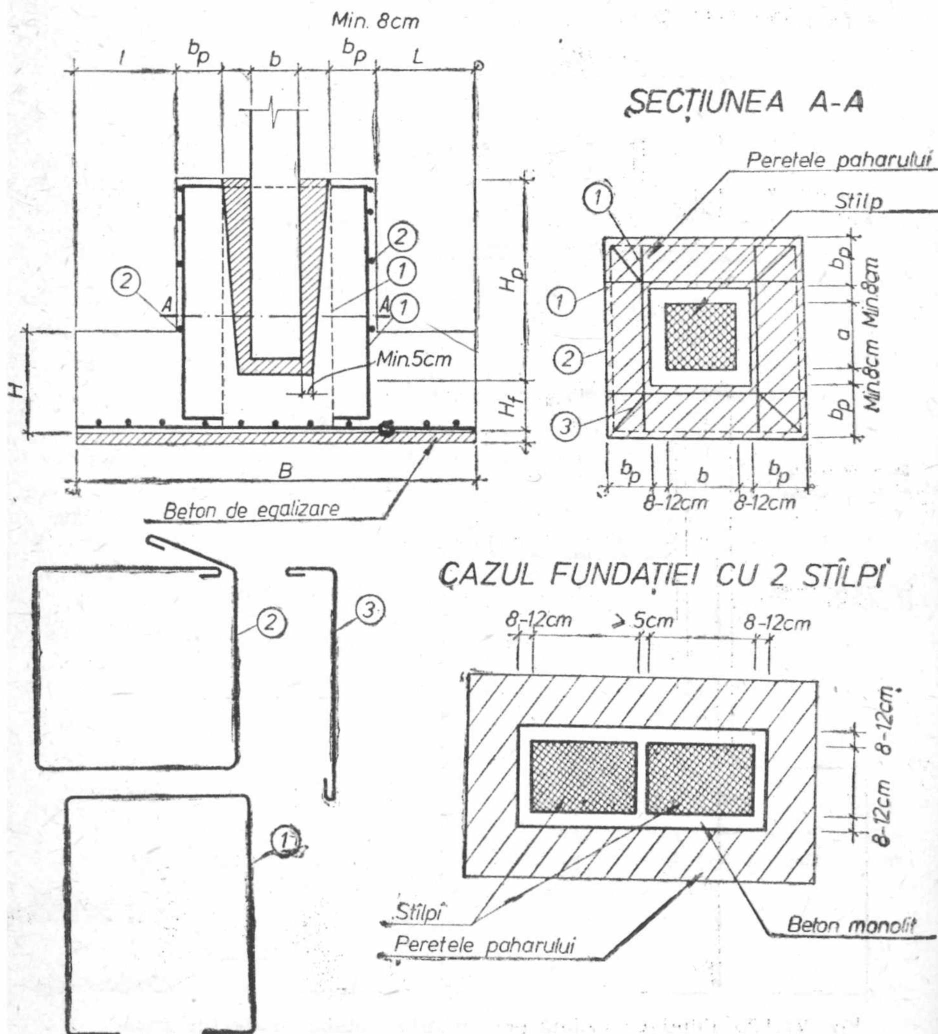
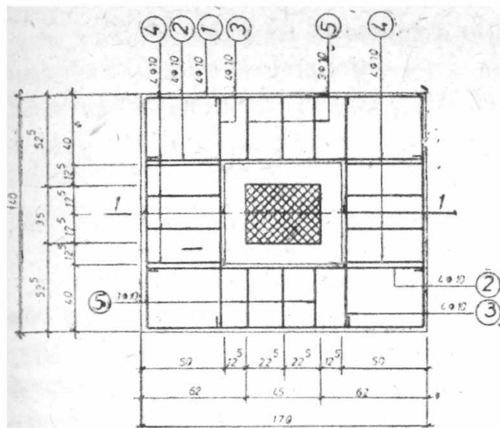
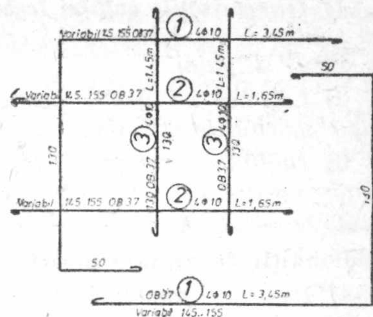
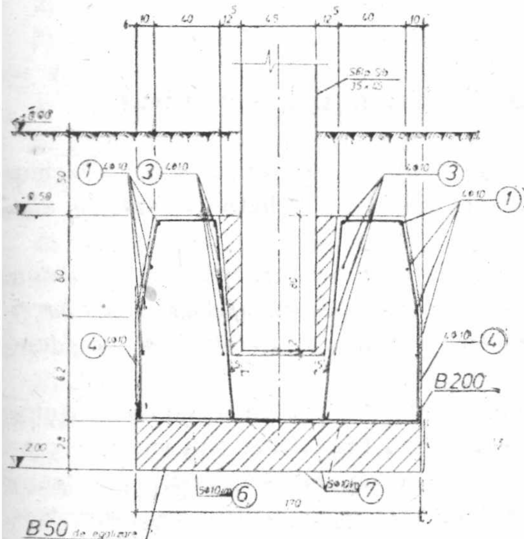


Fig. VIII.34 a. Fundații tip pahar (prefabricate) cu pereți drepți.







OȚEL OB 37
BETON B 50
BETON B 200

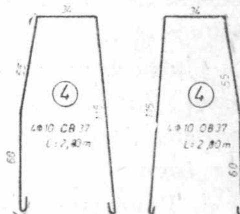


Fig. VIII.34 b. Fundații tip pahar (prefabricate) cu pereți înclinați.

Reguli constructive de execuție a fundației tip pahar :

1) *Dimensiunile golului trebuie să fie astfel proiectate încît să rămînă un spațiu de minimum 5—8 cm pentru împănare cu beton marca B_c 20 în jurul stîlpului.*

2) *Lățimea minimă a peretelui stîlpului se ia $l_{p\ min} = 15...25$ cm, după solicitările stîlpului.*

3) *Înălțimea paharului $H_p = (2,5...3,0)b_p$ trebuie să asigure împănarea stîlpului și ancorarea armăturilor longitudinale din stîlpi.*

4) *Grosimea bazei paharului se ia $H_f \geqslant 15$ cm.*

Condiții de armare a stîlpilor :

1) *Procentul minim de armare se ia de 0,05∅ raportat la aria BH.*

2) *Pereții paharului se armează cu bare „individuale" orizontale și verticale mărcile ① și ② sau cu plase sudate $\varnothing_{min}$ 10 ; distanța dintre armăturile verticale nu va depăși 15 cm, iar pe orizontală 20 cm.*

3) *Stîlpii puternic solicitați cu $b_p > 30$ cm se armează cu PC 52, iar stîlpii cu $b > 45$ cm, $\varnothing_{min}$ va fi de 12 mm.*

5. Fundații continue din beton și beton armat

Fundațiile continue se aplică în cazul fundațiilor de mică adîncime folosite la ziduri, la pereți portanți din beton și beton armat, la diafragme etc.

Tipuri de fundații : *fundații obișnuite din beton simplu sau din beton armat ; fundații cu descărcări pe reazeme izolate cu ajutorul grinzilor și bolților ; fundații sub formă de placă continuă ; fundații speciale adaptate terenurilor compresibile.*

a. **Fundații continue din beton simplu.** Acestea au reguli de alcătuire care țin seama de funcțiile pe care le au fundațiile (transmiterea presiunilor la acel strat de pămînt care este capabil să le preia) și de condițiile de exploatare (nivelul apelor subterane, poziția pardoselii, trotuarului, înălțimea soclului, adîncimea de îngheț etc.).

La fundația pentru pereții de zidărie cu sîmburi (stîlpi) din beton armat, între stîlpi și fundație se va prevedea un cuzinet de repartiție din beton armat, în general executat din aceeași marcă de beton din care a fost executat stîlpul. În cazul distanțelor mici dintre stîlpi se pot folosi centuri armate în loc de cuzineți.

b. Fundaţii continue din beton armat. Fundaţiile continue de beton armat au alcătuirea constructivă în secţiune transversală similară cu cea a fundaţiilor izolate. Fundaţia continuă se toarnă şi ea pe un strat de egalizare de 5 cm grosime. De o parte și de alta a zidului se lasă o banchetă orizontală de 2,5 cm lăţime, pentru a se permite trasarea și aşezarea corectă a peretelui și pentru compensarea eventualelor erori de trasare a fundaţiei (v. fig. VIII.28 și VIII.29).

c. Fundaţii continue pentru construcţii cu pereţi portanţi amplasate pe terenuri compresibile. Prin terenuri compresibile se înţeleg argile cu consistenţă redusă, nisipuri în stare afînată, argilă prăfoasă, terenuri îndesate mecanic sau hidromecanic, terenuri sensibile la umezire (fig. VIII.35).

Reguli particulare constructive de alcătuire :

1) *Fundaţiile pentru pereţi vor forma contururi închise.*

2) *Înălţimea fundaţiei este de regulă mai mare decît cea obișnuită.*

3) *Armătura se montează la partea superioară și inferioară pe unul sau două rînduri.*

4) *Armătura de la partea superioară formează o centură.*

5) *Fundaţia se armează cu OB 37 sau PC 52,* $\varnothing_{min} = 10$ *mm și cu* $A_{f\,min} = 4,6\ cm^2 \approx 6\ \varnothing\ 10$*, dar nu mai puţin de 0,2% din suprafaţa zonei armate.*

6) *Acoperirea laterală cu beton a barelor longitudinale va fi de minimum 4,5 cm.*

7) *Barele longitudinale din centuri se înnădesc prin petrecere pe o lungime de 40 d.*

8) *Etrierii centurilor sînt alcătuiţi din* $\varnothing$ *6 și* $\varnothing$ *8 dispuși la 25 cm distanţă între ei.*

9) *Tălpile fundaţiilor vor avea o armătură transversală din bare* $\varnothing$ *10, dispuse la maximum 25 cm între ele.*

10) *La colţurile și intersecţiile centurilor barele longitudinale vor fi îndoite și ancorate pe o lungime minimă de 30 d.*

11) *Fundaţiile diafragmelor sînt proiectate cu centuri tip cuzinet în care sînt ancorate armăturile diafragmelor (care la primul nivel sînt armate cu o reţea dublă de armătură).*

12) *La subsoluri și adîncimi mari de fundare se pot folosi fundaţii tip perete din beton armat (v. fig. VIII.35).*

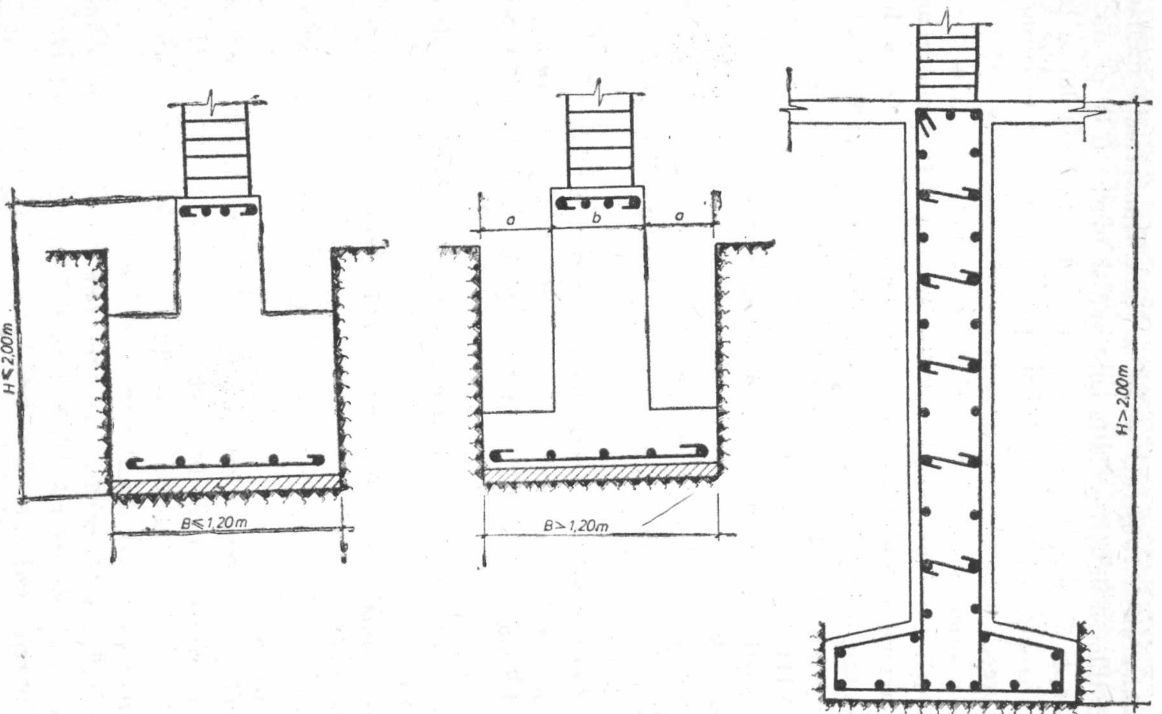


Fig. VIII.35. Fundații continue pentru terenuri compresibile.

6. Fundaţii pe grinzi şi radiere din beton armat

a. **Fundaţii pe grinzi.** Sistemul de fundaţii pe grinzi se foloseşte rar şi numai în cazul în care alte soluţii mai economice nu pot fi utilizate, fie datorită terenurilor prea compresibile, fie imposibilităţii de dezvoltare a fundaţiilor izolate datorită prezenţei peretelui calcan a unei construcţii vecine etc.

Ca soluţie constructivă se prevăd grinzi de fundaţie (fig. VIII.36) sau reţea de grinzi continue încrucişate (fig. VIII.37).

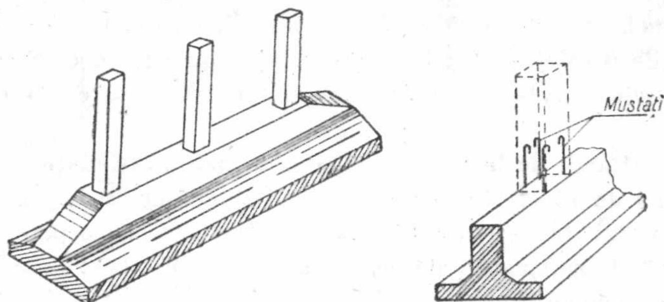


Fig. VIII.36. Grinzi de fundaţie.

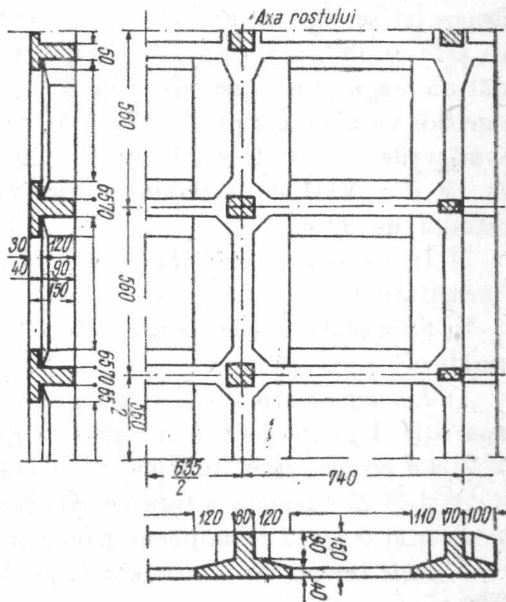


Fig. VIII.37. Fundaţie pe grinzi încrucişate. Planul fundaţiei şi secţiunile pe două direcţii perpendiculare.

Din punct de vedere constructiv, grinda de fundaţie este asemănătoare cu o grindă obişnuită de planşeu, cu deosebirea însă că este solicitată de jos în sus de către presiunea reactivă ; ea are următoarele caracteristici :

1) Înălţimea grinzilor va fi cuprinsă între 1/3 şi 1/6 din deschiderea ei stabilită între doi stîlpi consecutivi. Pentru preluarea unor eforturi de întindere mari se prevăd vute în dreptul stîlpilor.

2) Lăţimea grinzilor rezultă din condiţia de a se lăsa în jurul stîlpilor o banchetă orizontală de 5—10 cm. În cazul stîlpilor de lăţimi mari grinzile (talpa) de fundare pot fi lăţite numai pe o porţiune în dreptul stîlpilor, avînd racordări drepte pentru trecerea la secţiunea curentă.

3) Dala (talpa) de la partea de jos a grinzii de fundaţie are înălţimea minimă de 15 cm la margine şi de 30 cm lîngă grindă ; ea se va turna fără cofraj la partea superioară, putînd avea fie o pantă redusă, fie trepte cînd înălţimea dalei este mare. Lăţimea dalei poate fi egală cu înălţimea grinzii.

4) Armarea se face cu oţel OB 37 sau PC 52. Procentul minim de armare al secţiunilor grinzilor de fundaţie este de 0,10%. Ori de cîte ori este posibil, armarea dalei (tălpii) se va face cu plase sudate. Armătura longitudinală de repartiţie din placă (dală) de o parte şi de alta a grinzii va fi de cel puţin 10% din armătura de rezistenţă a acesteia. Armăturile ridicate la grinzi scurte şi înalte pot fi îndoite la 60° în loc de 45° (fig. VIII.38). Armăturile vutelor se ancorează în grindă pe o distanţă de 30 *d*.

5) În cazul existenţei betonului de egalizare, acoperirea cu beton a armăturii va fi 5 cm.

În exemplul de armare din figura VIII.38 s-au folosit următoarele armături :

1) *La talpă :* armătură de rezistenţă ⌀ 16 la 15 cm ; armătură de repartiţie 4 ⌀ 10 de fiecare parte a grinzii.

2) *La grindă :* armătură de rezistenţă în cîmp şi pe reazeme ⌀ 16, ⌀ 20 şi ⌀ 25 ; armătură transversală şi etrieri ⌀ 8 la 20 cm ; armătură de montaj 2 ⌀ 12 la mijlocul grinzii şi agrafe ⌀ 6 la 40 cm.

Grinzile încrucişate se armează la fel ca grinzile cu un singur rînd de stîlpi.

Fig. VIII.38. Armarea unei grinzi de fundație.

b. Radiere din beton armat. De regulă, se recurge la radiere cînd prin fundaţii izolate sau prin grinzi încrucişate nu se ajunge la presiunea capabilă să o preia terenul de fundaţie, fie datorită unor încărcări mari, fie datorită unor pămînturi compresibile şi neuniforme ; această soluţie evită însă săpăturile mari de pămînt.

De asemenea, se recurge la soluţia de fundare prin radiere cînd subsolurile sînt formate din cutii rigide sau la care se proiectează cuve etanşe împotriva pînzei de apă freatică.

Tipuri de radiere : *din plăci drepte ; cu grinzi ; din planşee ciuperci ; plăci curbe ; dale groase ; celulare* etc.

Radierele din plăci drepte se folosesc la construcţii cu pereţi portanţi, la care distanţa dintre pereţi este de 3,00—4,00 m, avînd următoarele caracteristici : placa are o grosime minimă de 20 cm, iar în dreptul pereţilor (pe reazeme) placa poate avea şi vute.

Placa se armează fie ca o placă cu armătură încrucişată, fie ca o placă armată pe o singură direcţie.

Radierele cu grinzi sînt alcătuite din plăci armate încrucişat, rezemate pe o reţea de grinzi principale şi secundare (fig. VIII.39). Alcătuirea şi armarea grinzilor radierului nu diferă de grinzile obişnuite de fundaţie.

Radierele cu planşee ciuperci sînt folosite în special la silozuri, depozite subterane, rezervoare îngropate (v. fig. VIII.39).

Radierele cu dale groase se folosesc la construcţii la care datorită condiţiilor de fundare se impune realizarea unei rigidităţi mari a fundaţiei printr-o placă cu grosimea de 0,80—1,50 m (3.00—4,00 m pentru clădiri nuclearoelectrice).

c. Fundaţii speciale. Acestea sînt destinate unor construcţii de forme şi înălţimi deosebite cum ar fi coşurile de fum, castelele de apă, turnurile de răcire, stîlpii de mare înălţime (televiziune) etc., care necesită fundaţii masive, tip radier ; un astfel de tip de fundaţie este arătat în figura VIII.40 pentru un coş industrial, cu armătura diagonală pe mai multe rînduri ; printr-o armătură aşezată pe fîşii sub formă de stea, se realizează o densitate mare de armare în zona centrală.

Fundaţiile din beton armat, de orice tip, nu se toarnă direct pe pămînt, ci pe un strat de beton simplu de circa 5 cm (50 mm) grosime, denumit strat de egalizare.

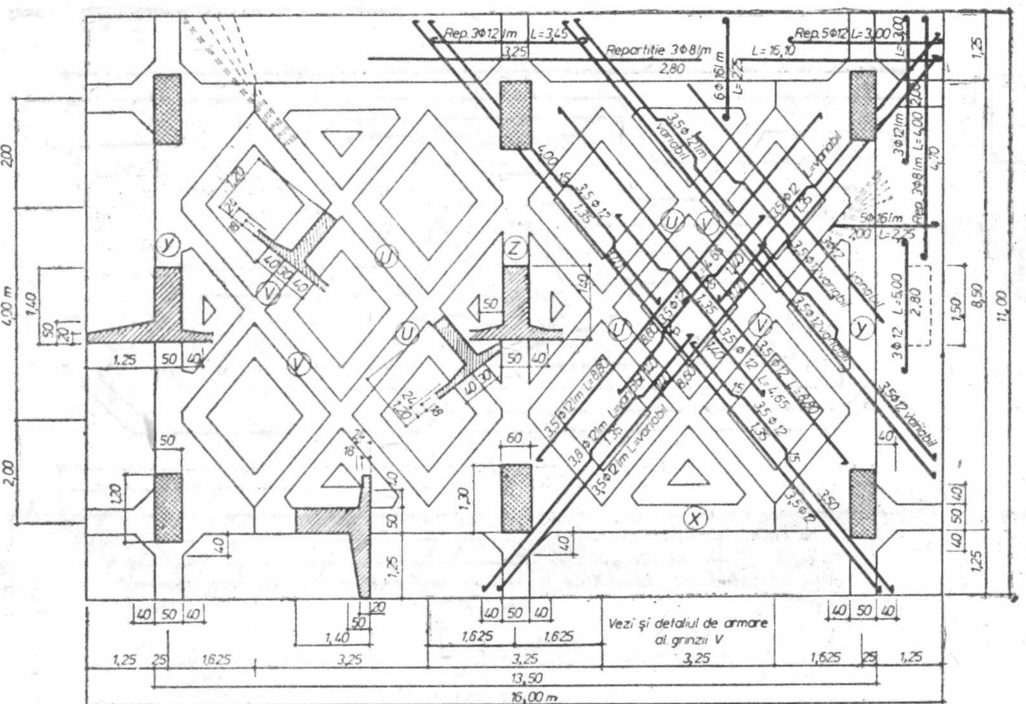
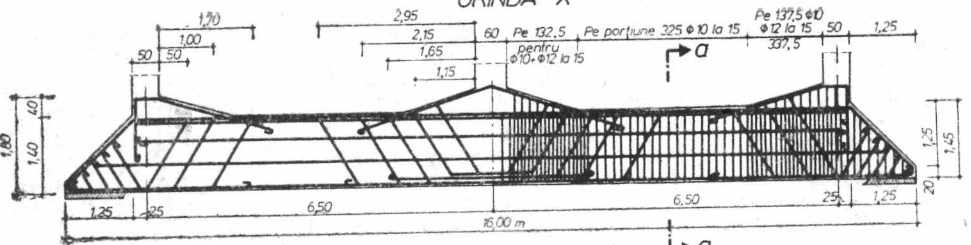
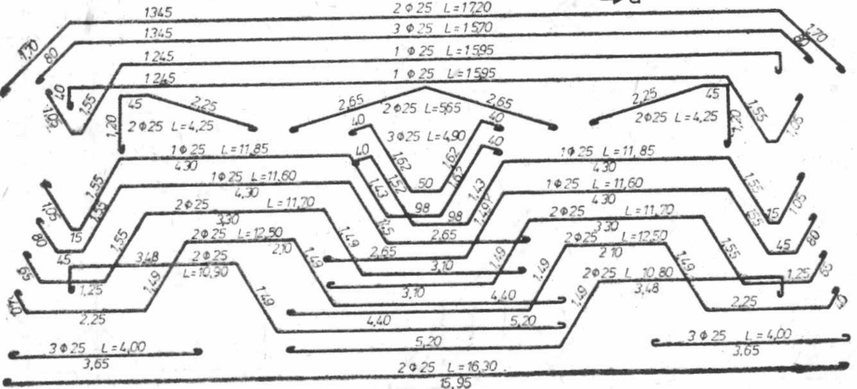
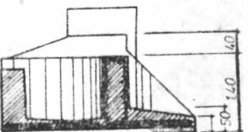
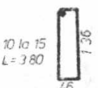


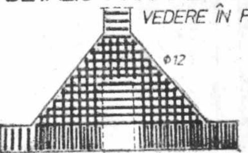
Fig. VIII.39 a. Armarea radierului cu grinzi, Plan de cofraje şi armarea plăcii.











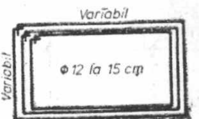




Fig. VIII.39 b. Armarea unei grinzi a radierului.

Secțiune A-A

45
4.50
45
4,70
89
4,10
89
38
4φ18/m
5,88
± 0,00
3φ12/m
6,18
2,50
3,50
15φ28
φ12
16φ28
15φ28
100
13.24

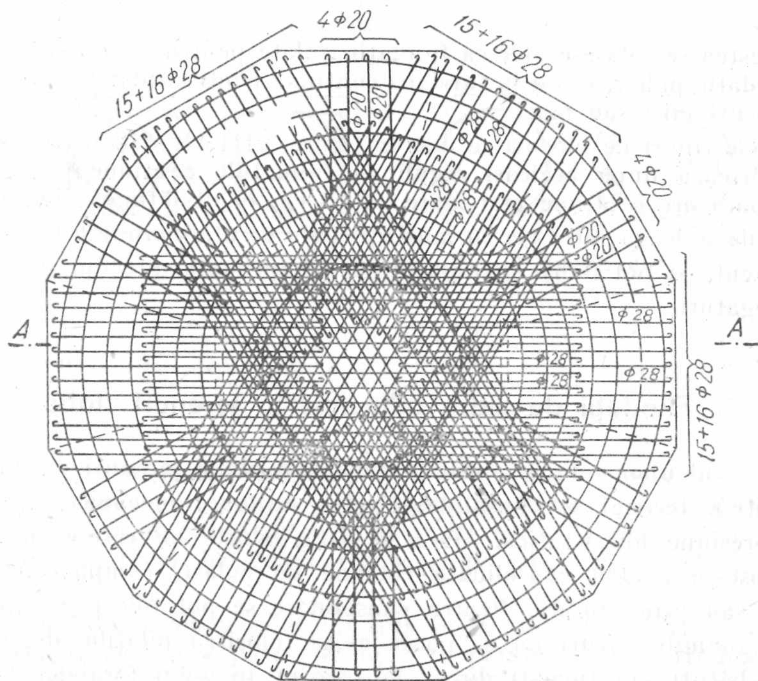


Fig. VIII.40. Armarea fundației pentru un coș industrial.

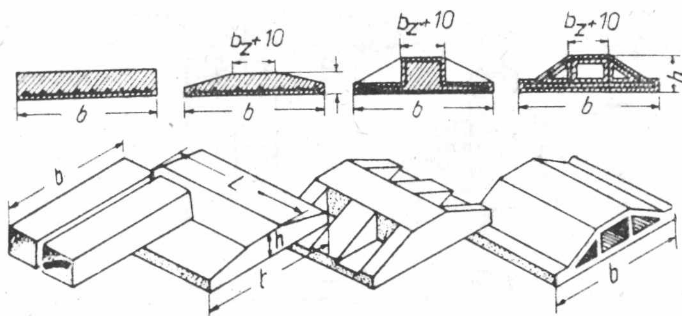


Fig. VIII.41. Blocuri prefabricate din beton armat pentru fundații continue.

7. Fundații prefabricate

Acestea se folosesc atît ca fundații izolate pentru stîlpi, sub formă de fundație pahar, cît și la fundații continue pentru zidărie, sub formă de blocuri mici sau mari.

Unele tipuri de blocuri se dau în figura VIII.41. Armarea acestora se realizează după aceleași reguli ca fundațiile continue; bancheta superioară are o lățime mai mare cu 10 cm decît lățimea zidăriei b_z. Blocurile se leagă între ele cu mustăți (bare de oțel-beton) și cu mortar de ciment. Se pot folosi și fundații postcomprimate, precum și blocuri fără legături.

8. Fundații de mare adîncime în terenuri slabe

În cazul unor terenuri afînate (nisip de plajă, terenuri de umplutură etc.), terenul se consolidează prin mijloace mecanice sau prin suprapresiune hidrostatică. Dacă această soluție nu este economică, se folosește pentru consolidare coloane de balast, compactate prin batere sau prin vibrare. Pentru consolidare se pot folosi și explozii.

În anumite cazuri nu se poate evita folosirea piloților din beton armat bătuți sau turnați direct în pămînt în golul forajelor făcute în acest sens (fig. VIII.42).

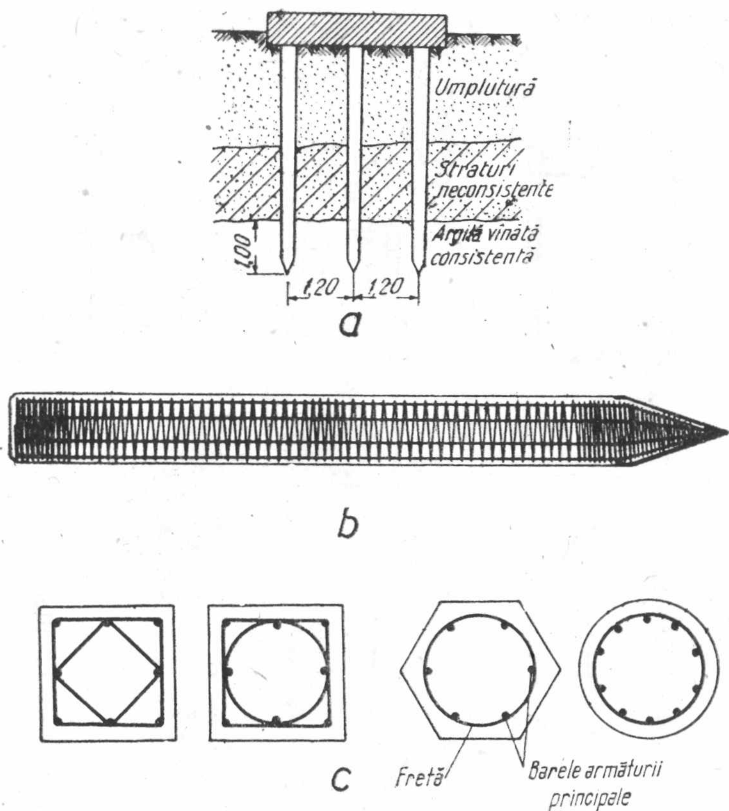


Fig. VIII.42. Piloţi din beton armat :

a — piloţi bătuţi pînă la pămînt rezistent ; *b* — armarea unui pilot din beton armat pentru înfigere în pămînt prin batere ; *c* — secţiuni ale piloţilor din beton armat.

Piloţii din beton *precomprimat* au secţiuni pătrate, circulare sau poligonale, prevăzute cu un vîrf şi sabot de batere, sudat de armătură. Armătura longitudinală este alcătuită la fel ca cea pentru stîlpii de beton armat, iar armătura transversală este sub formă de fretă (fig. VIII.43).

Suprafaţa laterală a pilotului trebuie să fie netedă, iar vîrful cît mai ascuţit, pentru a pătrunde uşor în pămînt. Sînt introduşi prin batere sau vibrare. Pentru preluarea încărcărilor date de construcţie, capul piloţilor este înglobat în grinzi de beton armat.

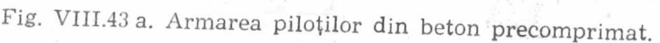


Fig. VIII.43 a. Armarea piloţilor din beton precomprimat.

SECȚIUNEA a-a

Carcasa C3

Toroane TBP9

Fretă Φ65 TNB
S=5cm

SECȚIUNEA b-b

(2) Vîrf 1 Φ 32

(3) 4 Φ 16

(4) 4 Φ 10

SECȚIUNEA c-c

Împănare cu cuie

(2) Vîrf 1 Φ 32

4 Φ 16 (3)

4 Φ 10 (4)

Țeavă Φ 83×5-70 (P1)

(C) DETALIU DISPOZITIV DE PRINDERE

Carcasa C4

Toroane TBP9

Prindere sudată

Etrieri Φ 8
L=1,36

(9)

(10) Φ8 L=0,45

SECȚIUNEA e-e

Carcasa C4

Cep de lemn
PL+R7

P_2 TEAVA Φ68×11=380

CARCASA C4-3buc

(10)

Țeavă Φ68×11-380 (P2)

(9)

Fig. VIII.43 b. Piloți din beton precomprimat. Detalii de armare.

9. Fundaţii armate cu plase sudate

La armarea cu plase sudate se pot folosi bare de oţel cu diametru mai mic (∅ 8 mm). De regulă se folosesc plase dintr-o singură bucată cu sau fără îndoiri de bare; distanţele dintre bare variază între 100 şi 200 mm. Barele îndoite (ridicate) pot fi realizate tot din plase sudate (fig. VIII. 44) executate plan şi apoi îndoite.

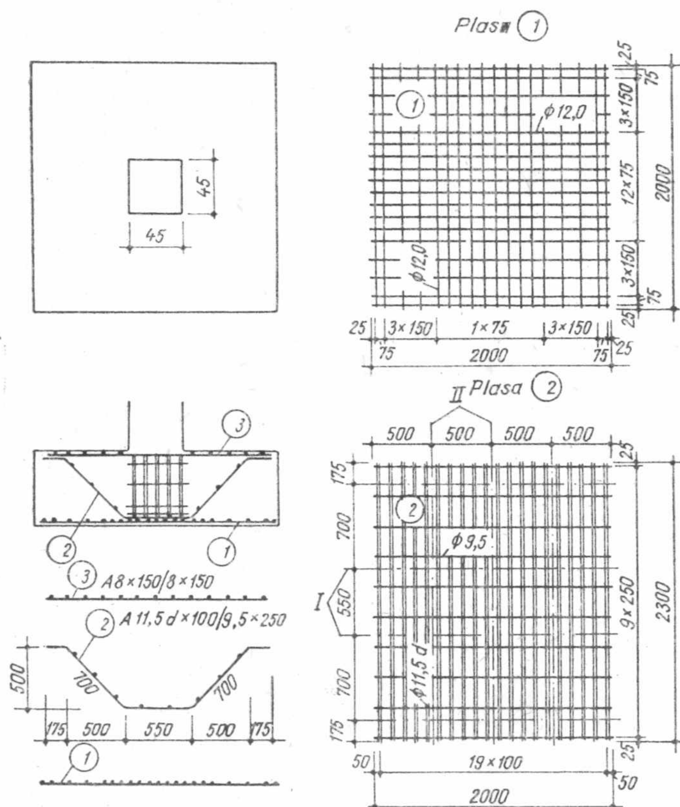


Fig. VIII.44. Armarea fundaţiilor izolate cu plase sudate plane şi îndoite:

I — linii de îndoire; *II* — linii de tăiere, indicativul *d* arată că se folosesc bare dublate.

D. ARMAREA ELEMENTELOR PLANE VERTICALE

Elementele plane verticale sînt folosite la pereți de hale industriale sau la construcții de locuințe, atît ca elemente de închidere, cît și ca elemente portante integrate într-un sistem constructiv complex, cum sînt construcțiile din panouri mari sau construcțiile etajate cu diafragme.

1. Structuri cu diafragme

Structurile la care scheletul de rezistență este realizat în principal prin continuitatea unor pereți verticali de beton armat, denumite diafragme verticale, care împreună cu diafragmele orizontale ale planșeelor, denumite șaibe, realizează o structură spațială se numesc structuri cu diafragme. Diafragmele verticale pot fi longitudinale sau transversale. Ele trebuie aranjate la distanțe convenabile pentru a se încărca cît mai uniform în planul lor. La capete se termină de regulă cu întărituri (îngroșări) denumite bulbi, alcătuiți simetric sau nesimetric.

Diafragmele fără bulbi cu cap lamelar, se folosesc la construcții cu înălțime mai redusă, unde acestea sînt mai puțin solicitate.

Marginile golurilor practicate în diafragme creează montanți și spaleți care trebuie să aibă o lățime minimă de 70–75 cm (capete lamelare).

a. **Armarea diafragmelor verticale.** Pentru armarea diafragmelor verticale se practică diferite sisteme, care țin seama de lucrul acestor diafragme, în special la solicitări extraordinare mari, care apar fie din vînt, fie din acțiunea cutremurului.

Se folosesc fie armări continue, fie armări pe zone care țin mai bine seama de modul de solicitare a diferitelor zone (fig. VIII.45). Astfel, la diafragmele fără goluri, diafragmele se împart în 3 zone: zona *I* (zona bulbului), zona *III* (zona intersecției) și zona *II* (zona peretelui propriu-zis al diafragmei).

La diafragmele cu goluri mai apare zona *IV* (zona spaleților sau a capătului lamelar al diafragmei). Dimensiunile constructive ale zonelor sînt în raport cu grosimea b a peretelui (pînă la $4-6\ b$) și de înălțimea H a nivelului $\left(\leqslant \frac{1}{7} H\right)$, precum și a lățimii h a diafragmei ($0{,}1h$).

Armarea minimă a zonelor este în funcție de amplasarea clădirilor.

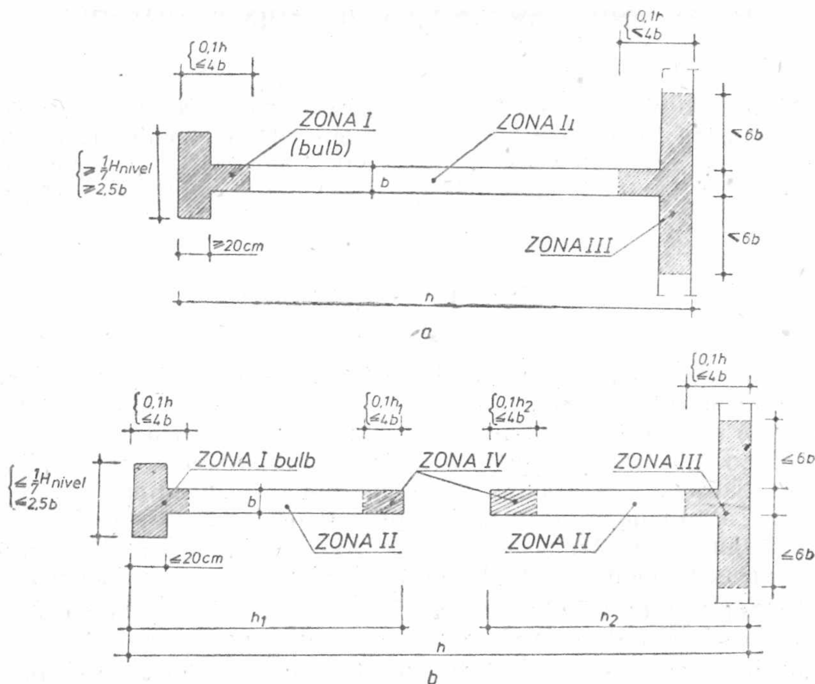


Fig. VIII.45. Alcătuirea constructivă a diafragmelor verticale: *a* — zone de armare ale diafragmelor fără goluri; *b* — zone de armare ale diafragmelor cu goluri.

Pentru clădiri amplasate în zone seismice se vor practica următoarele armături:

1) *Armăturile verticale de rezistență din zonele de capăt* (zona bulbilor, intersecțiilor și capetelor lamelare, montanților) la diafragme cu goluri vor fi: ⌀ 12 pentru armarea cu oțel OB 37 și ⌀ 10 pentru armarea cu oțel PC 52 sau PC 60 (fig. VIII.46). Aria armăturii este 0,4—0,6% din zona de capăt.

2) *Etrierii din zonele de capăt ale diafragmelor* vor fi de cel puțin ⌀ 6 dispuși din 10 în 10 cm (15 *d*) pe cincimea inferioară a înălțimii clădirii peste subsol.

În zone neseismice, diametrul barelor se reduce cu 2 mm; deci de la 12 mm la 10 mm, cu excepția etrierilor.

3) *Armarea zonelor de mijloc (zona II)* din regiunile seismice se realizează cu două plase ortogonale, cu ochiuri a căror distanță maximă este de 25 mm, dispuse la cele două fețe ale diafragmei.

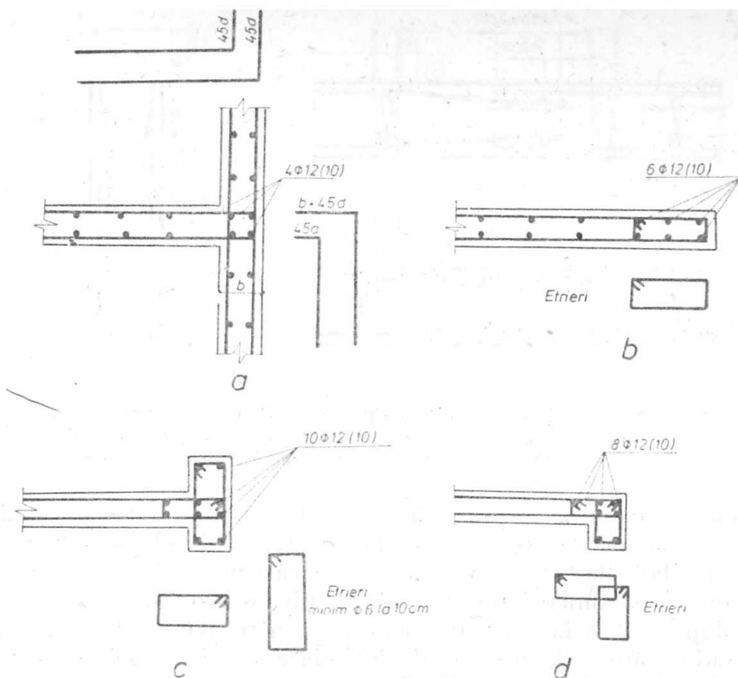


Fig. VIII.46. Armarea zonelor de capăt ale diafragmelor :
a — capăt cu intersecție ; *b* — capăt lamelar ; *c* — capăt cu bulb simetric ; *d* — capăt cu bulb nesimetric.

În această zonă procentul minim de armare este de :

0,20—0,25%, pentru armarea orizontală, în funcție de numărul de niveluri și gradul de protecție seismică ;

0,15—0,20%, pentru armarea verticală.

În zonele neseismice procentele se pot reduce la jumătate.

4) *Armarea constructivă a diafragmelor* se face cu plase de sîrmă trasă pentru beton armat (plase uzinate) ∅5 mm, cu ochiuri de 200 mm, așezate pe fiecare față a diafragmei.

5) *Armăturile verticale* se înnădesc pe o lungime minimă de 45 *d*, în zona *II* și de minimum 60 cm, în zonele *I*, *III* și *IV*.

6) *Armarea diafragmelor cu goluri* trebuie stabilită prin calcul.

7) *Armarea continuă* este armarea zonelor centrale cu plase sudate sau legate.

8) *Armarea discontinuă* este o armare formată din fîșii verticale (stîlpișori) plasate la 2,00—2,50 m și fîșii orizontale (centuri) în dreptul planșeelor și centuri (2 ∅ 10) în zonele intermediare dintre planșee.

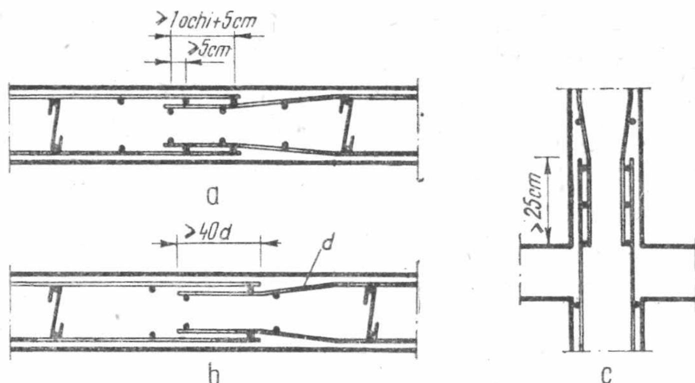


Fig. VIII.47. Înnădirea plaselor sudate :

a — înnădire cu două bare transversale ; *b* — înnădire cu o bară transversală ; *c* — înnădire verticală fără nici o bară transversală în plasa inferioară.

Armarea continuă se practică la nivelurile inferioare ale clădirilor, la pereţii casei scărilor şi lifturilor, la ultimele niveluri de sub planşeele terasă şi la clădirile foarte solicitate (încărcări mari, zonă seismică etc.).

În zonele neseismice diametrul barelor din componenţa plaselor sudate nu vor depăşi ∅ 8 iar distanţa maximă dintre bare este de 300 mm. Plasele sudate supuse la eforturi de întindere sau încovoiere se înnădesc după aceleaşi reguli (fig. VIII.47).

Acoperirea cu beton se ia de 15 mm. Plasele de pe cele două feţe sînt menţinute la distanţele din proiect prin agrafe.

b. **Îmbinările diafragmelor.** Diafragmele se pot intersecta între ele prin planuri orizontale şi verticale în dreptul planşeelor.

În principiu, zonele de intersecţie în plan orizontal se întăresc prin folosirea unor carcase (bare longitudinale ∅ 10...12 şi etrieri ∅ 6). La armările cu plase sudate uzinate şi la armările discontinue conturul carcaselor trebuie să ia forma intersecţiei (L, T, +), cuprinzînd capetele barelor care intervin în intersecţie (fig. VIII.48). Cînd armarea diafragmelor este puternică, avînd bare din oţel OB 37 şi PC 52, nu este necesar să se creeze o carcasă locală, deoarece îmbinarea la intersecţie a barelor se asigură prin ancorarea lor conform normelor (40—45 *d*).

Intersecţiile în plan vertical la legătura cu planşeele se realizează prin centuri armate cu 2—4 ∅ 8...10, după modul de armare a diafragmelor (armătura continuă sau discontinuă). Această soluţie se aplică în cazul planşeelor monolite din beton armat.

Planşeele prefabricate reprezintă soluţia obişnuită pentru structurile realizate cu diafragme executate în cofraje plane. În acest caz, pentru

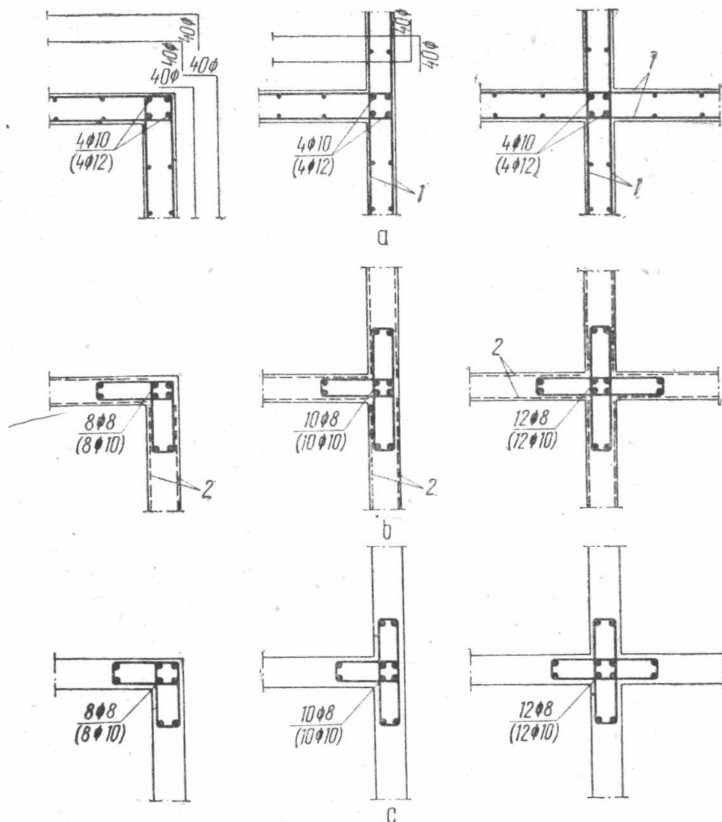


Fig. VIII.48. Armarea intersecțiilor de diafragme în formă de L, T și + :

a — armare cu rețea din bare independente ; *b* — armare cu plase sudate ; *c* — armare discontinuă folosind carcase ; *1* — bare independente neîntrerupte în intersecție ; *2* — plase sudate.

planșee se folosesc panouri mari, semipanouri sau predale cu suprabetonare. În figura VIII.49 se indică un mod de rezolvare a îmbinării între planșee și diafragmele verticale prin folosirea unor console de beton. Între console se montează bare verticale de legătură cu lungime de ancorare suficientă (*3*) și se realizează o centură din 2—4 bare, între plăcile prefabricate avînd $\varnothing_{min} = 10$ mm.

O altă soluție constă din rezemarea planșeelor pe console din oțel-beton (fig. VIII.50) care asigură o mai bună continuitate.

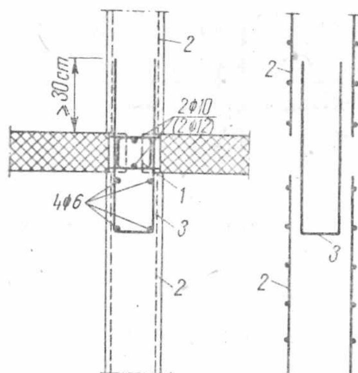


Fig. VIII.49. Îmbinarea diafragmelor armate cu plase sudate cu planșee prefabricate rezemate pe console de beton :

1 — console de beton ; 2 — plase sudate ; 3 — bare verticale pentru legătura plaselor dispuse între consolele de beton.

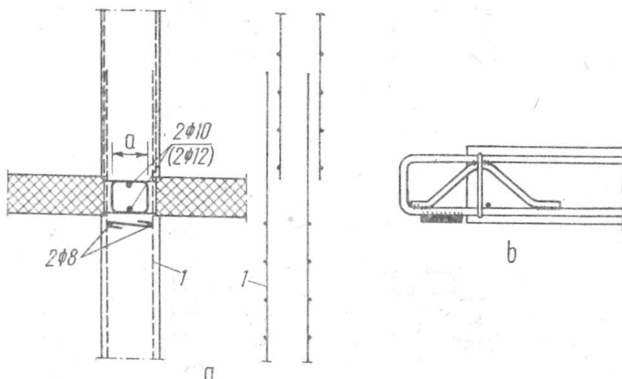


Fig. VIII.50 Îmbinarea diafragmelor armate ca plase sudate cu planșee prefabricate rezemate pe console din oțel-beton :

a — detaliu de centură; b — detaliu de consolă de rezemare ; 1 — plase sudate.

c. **Soluționări specifice la execuția diafragmelor cu ajutorul cofrajelor glisante.** Datorită introducerii armăturilor printre juguri, a spațiului mic și a prezenței pieselor componente ale cofrajului (tije de glisare), armarea se realizează cu carcase verticale și orizontale preconfecționate. Centurile care cuprind și golurile de îmbinare a diafragmelor cu planșeele se armează cu 4 ⌀ 8 (4 ⌀ 10) și cu etrieri închiși ⌀ 6 la 30 cm. Centurile de capăt vor fi bine ancorate (fig. VIII.51).

De regulă, la acest sistem constructiv se execută planșeele după ce s-au turnat pereții. Planșeele se toarnă de jos în sus sau invers, grosimea fiind de 10—15 cm. Armarea planșeelor se face cu plase sudate sau cu plase legate.

Prin găurile lăsate în pereți se trec armături pentru realizarea continuității ; cele de la partea superioară se calculează, iar cele de la partea inferioară reprezintă minimum 40% din secțiunea barelor din cîmp (minimum 2 ⌀ 8, fig. VIII.52).

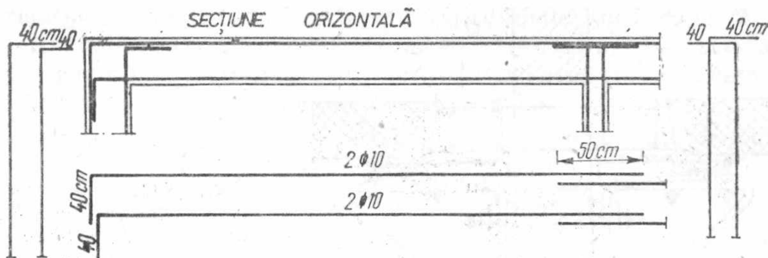


Fig. VIII.51. Armarea centurilor la pereții exteriori de colț la o structură cu diafragme din beton armat monolit executate în cofraje glisante.

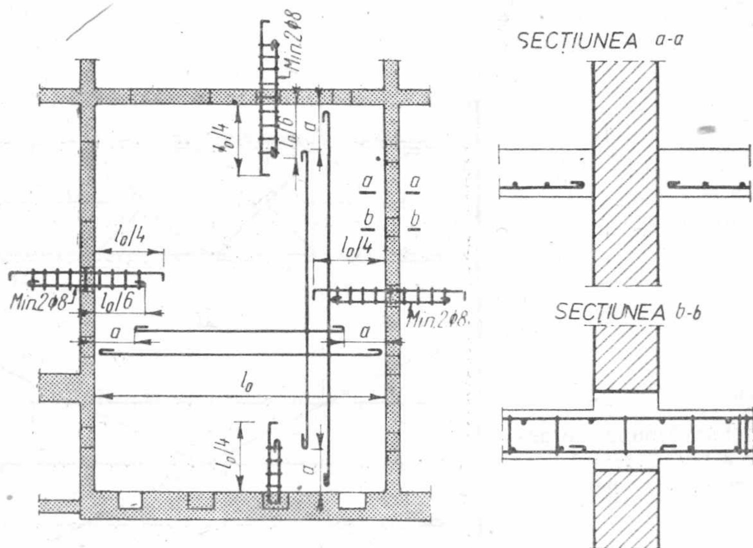


Fig. VIII.52. Armarea planșeelor din beton armat monolit la structurile cu diafragme executate cu cofraje glisante.

Rezemarea planșeelor se face mai întîi provizoriu pe popi sau pe console prinse de perete (fig. VIII.53).

d. **Armarea buiandrugilor.** Buiandrugii sînt elemente de legătură care se montează deasupra golurilor (uși, ferestre etc.), fiind considerate elemente de beton armat care preiau eforturi importante la încărcări orizontale, în special din acțiunea seismică. Armarea buiandrugilor se poate face conform schemelor din figura VIII.54, *a*, *b*, *c*.

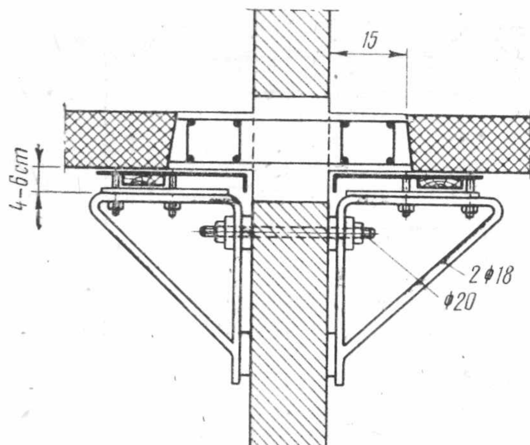


Fig. VIII.53. Rezemarea provizorie pe console metalice a planșeelor prefabricate.

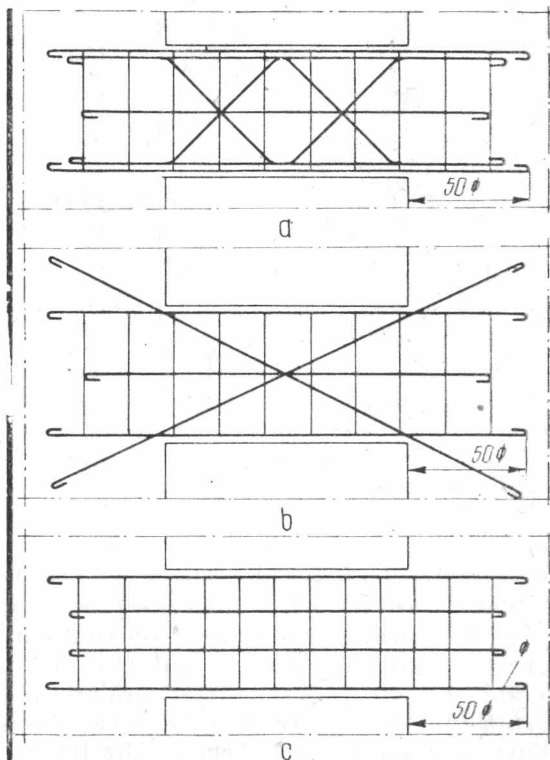


Fig. VIII.54. Moduri de armare a buiandrugilor :
a, b — cu bare înclinate ; *c* — cu bare orizontale.

Armarea se realizează cu bare longitudinale (minimum 2 bare), bare intermediare (la maximum 30 cm) și bare înclinate așezate adesea în cruce. Etrierii se dispun la distanțe de 1,5 ori grosimea diafragmei sau la 15 *d* (*d* fiind diametrul barelor longitudinale).

Pentru a se asigura continuitatea de deasupra buiandrugilor cu diafragmele, etrierii se prevăd cu mustăți.

Barele longitudinale se ancorează în diafragmele alăturate pe o lungime de minimum 50 *d*.

2. Panouri mari prefabricate

a. **Condiții de alcătuire.** La structurile din panouri mari se realizează de fapt o structură în diafragme, obținută prin asamblarea panourilor mari prin monolitizări. Și structurile în diafragme executate monolit pot avea fațadele formate din panouri mari.

Mărimea panourilor depinde de tehnologia de execuție, de gabaritul admis la transport, de condițiile de montaj și de cele de funcționalitate a partiului de locuințe executate cu aceste panouri. În prezent se execută construcții care nu depășesc 9 niveluri. Comportarea acestor construcții la cutremur a fost bună.

Panourile mari sînt modulate și tipizate, tinzîndu-se pe considerente economice și tehnologice ca numărul panourilor diferite într-o clădire să fie cît mai mic.

Dimensiunile obișnuite a unor panouri sînt : înălțimea pentru locuințe 2,60 m ; pentru spitale, școli etc. 3,20 m ; lățimea nu poate depăși dimensiunea de gabarit care se poate transporta (3,60 m) ; grosimea panourilor pentru pereți portanți este de 14—18 cm, iar a celor de planșeu de 10—16 cm.

b. **Armarea panourilor.** Panourile se armează pentru a prelua eforturile la care sînt supuse în clădire, pe cele la care sînt supuse la manipulări și transport și pentru a se asigura îmbinarea panourilor între ele.

Armarea cîmpului panoului se realizează fie cu un rînd de plase sudate, cu ∅ 3...5, fie cu cîte două rînduri de plase dispuse pe fiecare parte (fig. VIII.55, *a*). Se mai pot arma în varianta cu carcase sudate dispuse local și completate cu bare (fig. VIII.55), *b*, sau în varianta cu carcase locale întrepătrunse, dispuse perpendicular pe planul panoului (fig. VIII.55, *c*).

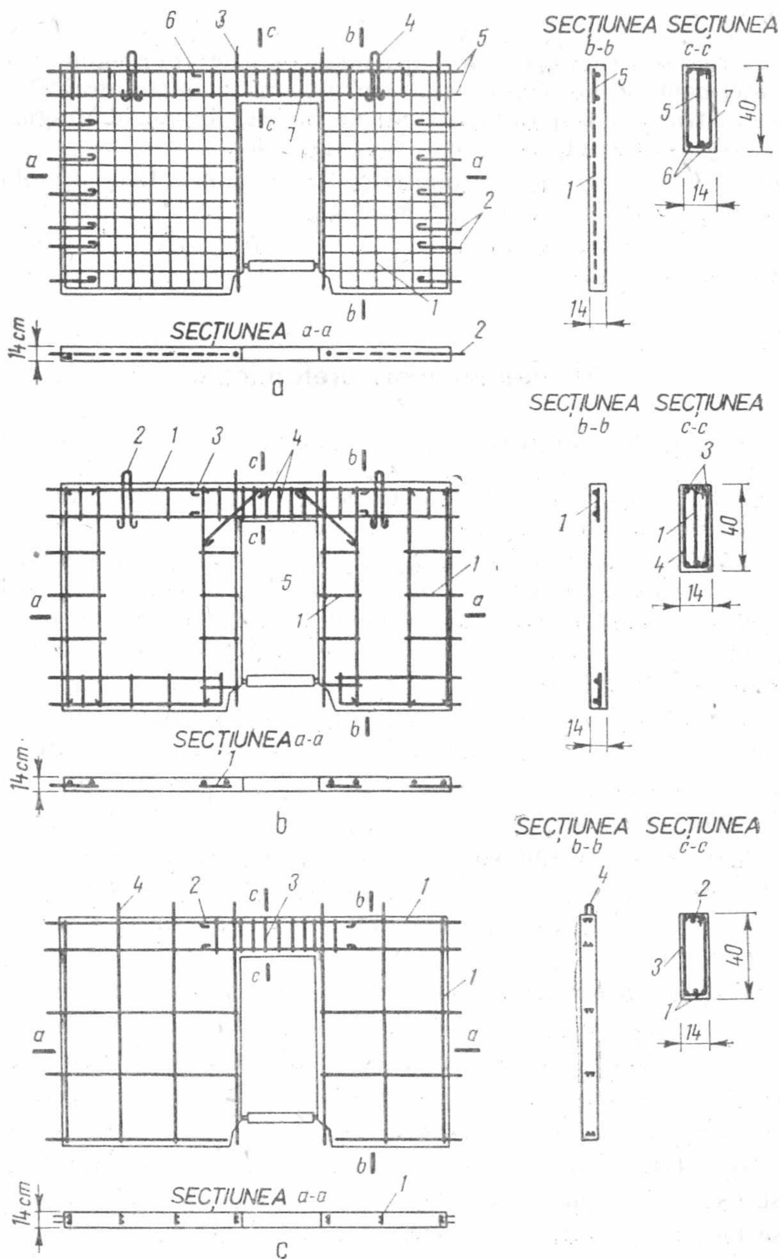


Fig. VIII.55. Exemple de armare a panourilor prefabricate de pereți :
a — cu plase generale în planul median al panoului ; *b* — cu carcase locale în planul median al panoului ; *c* — cu carcase întrepătrunse.

La partea superioară panourile au o armare orizontală mai puternică (2 ∅ 8...10 mm) pentru a prelua eforturile locale, date de dispozitivele de ridicare. De asemenea, marginile verticale sînt bordate cu bare $\varnothing_{min} = 8$ mm.

La golurile de uși se pot monta bare înclinate și se pot îndesi etrierii în zona buiandrugilor. Dispozitivele de ridicare a panourilor sînt indicate în figura VIII.56.

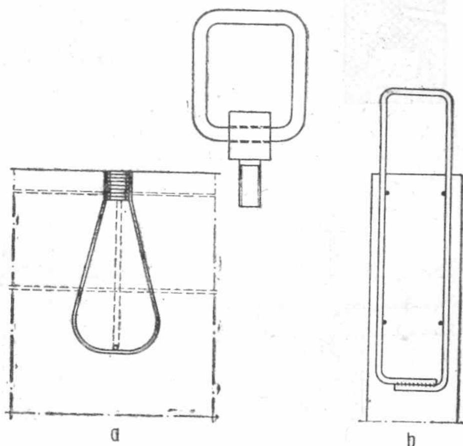


Fig. VIII.56. Dispozitive de ridicare a panourilor :
a — bucșe cu filet ; *b* — cîrlig din oțel-beton.

c. **Îmbinarea panourilor de fațadă.** Panourile de fațadă au în primul rînd funcția de realizare a izolării termice, a plasticii construcției (fațadă cît mai estetică și diversă), iar apoi rolul de a crea o rezervă de rezistență a clădirii prin diafragmele de fațadă. Straturile de izolare care asigură protecția termică, evitarea condensului și modul de îmbinare se văd în figura VIII.57.

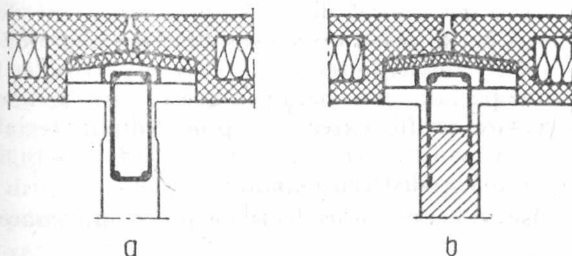


Fig. III.57. Îmbinarea panourilor prefabricate de fațadă :
a — diafragmă transversală turnată simultan cu îmbinarea ; *b* — diafragmă transversală turnată anterior execuției îmbinării (în cofraje plane universale).

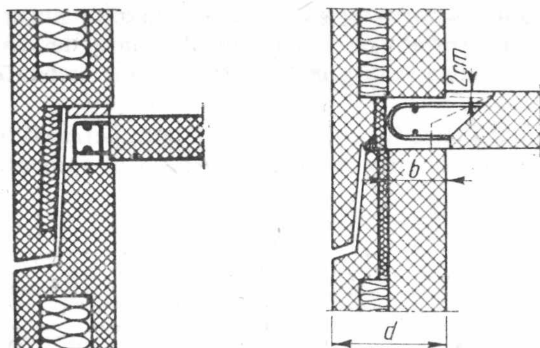


Fig. VIII.58. Îmbinări orizontale la pereții exteriori.

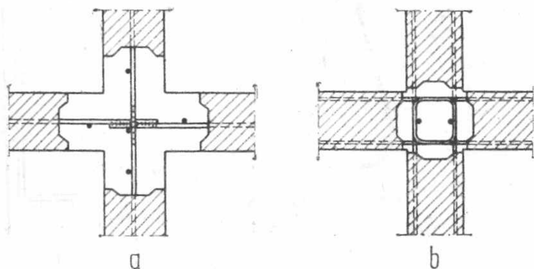


Fig. VIII.59. Îmbinare verticală cu nod deschis *(a)* și cu nod închis *(b)*.

Îmbinările orizontale (fig. VIII.58) și verticale trebuie să poată prelua forțele de întindere, compresiune și lunecare care apar între panouri. Îmbinarea se poate realiza prin sudură sau prin bucle (în cazul unor eforturi mai mici între panouri). De regulă se folosesc 2—4 bare ∅ 10 sau 2—4 bare ∅ 12 ; secțiunea minimă admisă a armăturii este de 2 cm^2.

Îmbinările panourilor mari sînt de mai multe tipuri: *îmbinări de margine*; *îmbinări verticale cu nod deschis* (fig. VIII. 59, a); *îmbinări cu nod închis (de fixare a marginilor verticale)*, (fig. VIII.59, *b*).

Rosturile verticale au și ele o tratare specială care interesează mai puțin pe fierarul betonist.

Nodul deschis permite execuția legăturilor prin sudarea armăturilor, avînd accesul liber în timpul montajului ; în acest scop marginile panourilor sînt oprite (retrase) cu circa 10 cm. Acest tip de nod necesită betonarea pe șantier (cofraje, tencuieli etc.).

Nodul închis cu panourile alăturate permite execuția legăturilor fie numai la nivelul planșeelor, fie prin bucle de armare.

Unele îmbinări de închidere nu au rol de rezistență, ci numai de etanșare în care scop trebuie să permită betonarea sau umplerea cu mortar, avînd și diferite soluționări pentru protecția împotriva pătrunderii ploii, vîntului și a condensului pe fața interioară ; la aceste îmbinări se folosesc diferite soluții de etanșare, profile exterioare, profile din material plastic cu gol de decompresiune pentru evacuarea infiltrațiilor, chituri permanent elastice, vată minerală, polistiren expandat etc.

Unele noduri pot fi închise, folosind procedeele de postcomprimare prin fascicule sau bare (v. cap. V).

Centurile sînt alcătuite din armături și din betonul turnat în îmbinările orizontale ; ele îndeplinesc un rol foarte important, deoarece creează adevărate centuri continue care asigură stabilitatea ansamblului construcției.

3. Armarea zidăriilor

Construcțiile de zidărie sînt o formă a construcțiilor cu diafragme și de aceea plasarea pereților, dimensiunile lor, conformarea de ansamblu a clădirii, precum și capacitatea de a prelua diferite încărcări (verticale și orizontale) constituie preocuparea inginerului constructor.

Mărirea capacității zidăriilor pentru a prelua, în special, încărcările orizontale (vînt, seisme, încărcări mecanice date de utilajele de ridicat etc.) se realizează prin stîlpișori din beton armat, diafragme de zidărie armate, planșee, centuri, buiandrugi etc.

a. **Consolidarea zidăriei prin stîlpișori din beton armat.** Consolidarea prin stîlpișori se practică la clădiri cu asize diferite, la clădirile etajate, la colțurile clădirilor care nu sînt în unghiuri drepte, pentru ancorarea fundației etc. Stîlpișorii au secțiunea de regulă de 25 × 25 cm și se armează cu minimum 4 bare ∅ 12 prevăzute cu etrieri și bare orizontale ∅ 6...8 mm cu lungimea de ancorare de 50 cm, dispuse în rosturile zidăriei, la distanța de 45—60 cm (fig. VIII.60).

b. **Armarea orizontală a diafragmelor din zidărie.** De regulă armătura orizontală este concentrată în centurile de la fiecare nivel.

Armarea zidăriei prin armătură pozată în rosturi la cel mult 60 cm pe verticală (3—4 asize) se realizează din 1—2 ∅ 6... 8 mm, folosind mortar cu marca minimă B 50.

Zonele de armare la clădiri puternic solicitate se indică în figura VIII.61 ; în lipsa stîlpișorilor armați, colțurile și intersecțiile trebuie bine ancorate.

Buiandrugii care au o înălțime maximă de 50 cm se execută prin sporirea înălțimii centurii în dreptul golurilor ; în celelalte cazuri aceștia se execută ca buiandrugi independenți, turnați pe loc sau prefabricați, cu o lungime minimă de rezemare de 35 cm.

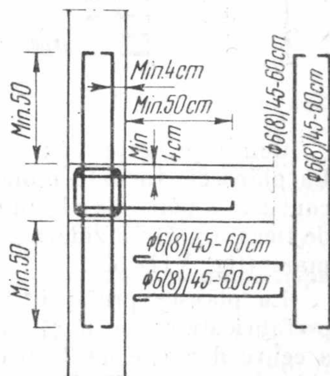
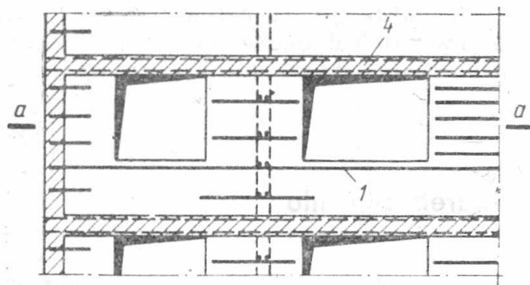


Fig. VIII.60. Stîlpișor de beton armat dispus la intersecție de ziduri.



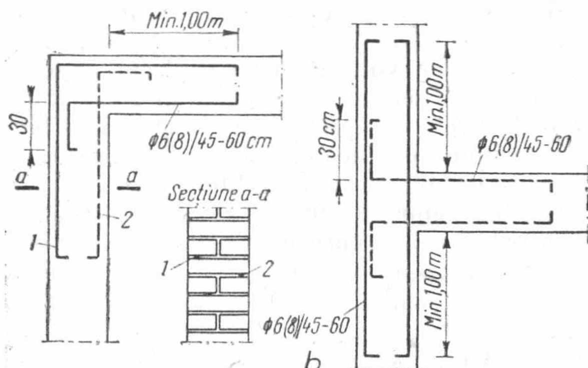


Fig. VIII.61. Armături la clădirile din zidărie puternic solicitate : *a* — armături prevăzute în pereții exteriori la clădiri din zidărie cu solicitări importante ; *b* — armarea zidăriei la colțuri și intersecții în formă de T ; *1* — armare sub golul ferestrei ; *2* — bare de legătură în peretele transversal ; *3* — stîlpișor de beton armat ; *4* — buiandrug-centură ; *5* — armarea plinurilor dintre ferestre.

Centurile se prevăd în mod obligatoriu la nivelul fiecărui planșeu. La planșeele turnate monolit centurile pot fi realizate și din armătura continuă a plăcii pe o lățime de 4 h_p (h_p fiind grosimea plăcii) considerată de fiecare parte a zidăriei. La solicitări mari centurile au înălțime mai mare (fig. VIII.62).

La planșee prefabricate centura se poate realiza în spațiul dintre prefabricate cu sau fără suprabetonare (fig. VIII.63). Armătura minimă a centurilor este de 3—5 cm² pe zidurile exterioare și 2,5—4,5 cm² pe zidurile interioare, după importanța clădirii.

Ancorarea barelor la colțuri și la intersecții se face în soluția arătată în figura VIII.61, *b*, capătul îndoit al barei avînd o lungime de 40 *d*.

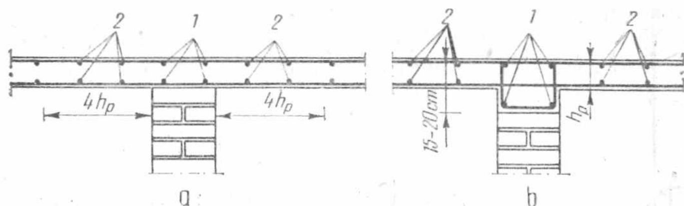


Fig. VIII.62. Centuri la planșee din beton armat monolit :

a — centuri prevăzute în grosimea plăcii planșeului ; *b* — centură cu înălțimea depășind grosimea plăcii planșeului ; *1* — bare în centură ; *2* — bare în placa planșeului conlucrînd cu centura.

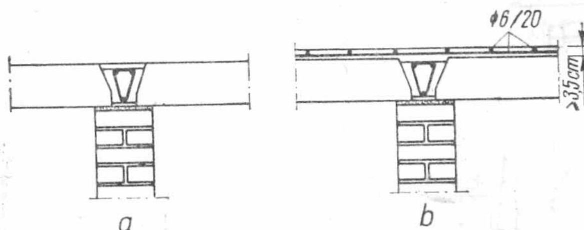


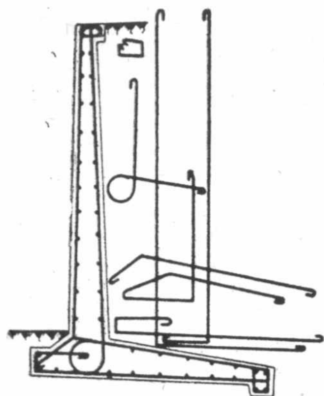
Fig. VIII.63. Centuri la planșee din elemente prefabricate :

a — planșee fără suprabetonare ; *b* — planșee cu suprabetonare.

4. Armarea pereților supuși la încărcări normale pe planul lor

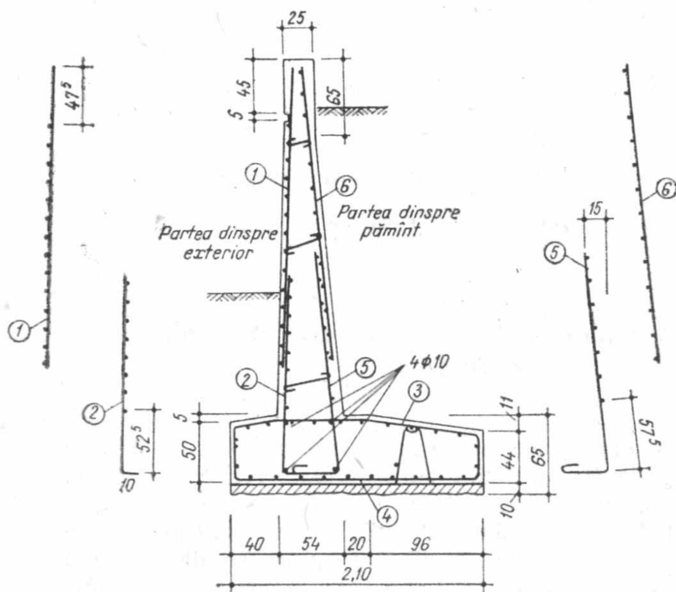
Pereții din beton armat care sînt supuși presiunilor laterale date de lichide (apă), materiale pulverulente sau granulate (ciment, cereale, cărbune) și de pămînt fac parte din recipienții care conservă sau depozitează pe termen limitat aceste produse, avînd forme plane, ca elemente componente a unor prisme, sau forme circulare. Din punctul de vedere al lucrărilor inginerești, aceste construcții se numesc rezervoare, silozuri, buncăre, conducte sau ziduri de sprijin pentru preluarea împingerii pămîntului.

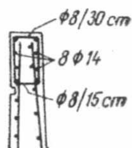
La recipienții circulari armătura preia eforturile de întindere. Armătura se așază în două planuri în ipoteza că recipientul ar fi făcut ca un butoi cu doage din armătură longitudinală și cercuri din tablă care o strîng, ce sînt realizate din armătura așezată radial, care poate fi



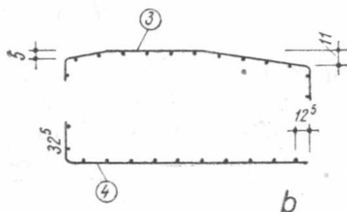
a

Fig. VIII.64. Armări la pereți încărcați normal pe planul lor (zid de sprijin).









b

continuă (sub formă de fretă) la conducte și rezervoare precomprimate cu sîrme sau la cele de dimensiuni mici. Legătura cu fundul rezervoarelor, precum și marginea liberă se tratează în mod special prin zone îngroșate și armare pentru preluarea eforturilor care se concentrează în aceste zone.

În figura VIII.64, *a*, *b* se arată armarea unor ziduri de sprijin.

E. ARMAREA PLANȘEELOR PENTRU CLĂDIRI

Elementele de construcții, orizontale sau înclinate, care compartimentează clădirile la diferite niveluri se numesc *planșee*. La ultimul nivel planșeul poate fi folosit ca terasă, fiind element de închidere și rezistență.

Planșeele îndeplinesc mai multe roluri și anume :

1) *Rol de rezistență*, prin preluarea încărcărilor verticale pe care le transmit la stîlpi și pereți.

2) *Rol de nedeformabilitate*, prin asigurarea unei rigidități la încărcări verticale și vibrații.

3) *Rol de stabilitate a clădirii*, asigurînd conlucrarea elementelor verticale, prin efectul de diafragmă (șaibă), în special la acțiunea încărcărilor orizontale date de cutremur și de vînt, realizînd în același timp și stabilitatea elementelor verticale (pereți, diafragme).

4) *Rol de izolare*, contra pierderilor de căldură (izolare termică), contra transmiterii zgomotului (izolare fonică), contra infiltrațiilor de apă (izolare hidrofugă).

5) *Rol de rezistență la foc*, prin folosirea de materiale necombustibile sau greu combustibile.

Planșeele pot avea și rol decorativ, arhitectural etc.

După poziția lor în clădiri, ele poartă diferite denumiri : planșeu peste subsol, intermediar etc. Un anumit tip de planșeu poate satisface toate cerințele mai sus arătate sau numai o parte din ele.

În acest subcapitol se tratează numai planșeele care au elemente din beton armat sau beton precomprimat.

În această categorie intră în primul rînd planșeele din beton armat și planșeele mixte din metal cu dale din beton armat.

Planșeele mixte (metal-beton) se folosesc în construcții industriale, la clădiri înalte cu schelet metalic și la consolidări.

La aceste tipuri de planșee elementul de rezistență (grinda) este metalic (profile, grinzi cu zăbrele etc.), iar placa sau elementul de umplutură poate fi din beton armat sau din alte elemente (beton simplu ceramică, zidărie etc.).

Planşeele din beton armat pot fi din beton monolit, executate numai în cazuri speciale, sau din elemente prefabricate, folosind de regulă elemente de suprafaţă din beton armat sau din beton precomprimat sau elemente liniare prefabricate cu legături pe reazeme şi între ele, iar în loc de placă, elementele de umplutură arătate.

1. Planşee din beton armat monolit

Aceste planşee,, turnate în cofraje executate pe şantier, sînt sub formă de plăci cu grinzi principale şi grinzi secundare sau reţele de grinzi, planşee ciuperci, planşee dală etc.

a. **Planşee cu plăci, grinzi principale şi grinzi secundare.** Aceste tipuri de planşee s-au folosit cel mai mult şi continuă să se folosească în continuare. Din punct de vedere static, plăcile reazemă pe grinzile secundare, iar acestea pe grinzile principale care la rîndul lor transmit încărcările la elementele verticale.

Aspectul monolit rezultă din faptul că placa şi grinzile fac corp comun (fig. VIII.65 şi VIII.67).

Sînt cazuri cînd grinzile secundare se suprimă, rezultînd un planşeu cu grinzi dispuse după o singură direcţie; deschiderea plăcilor ajunge la 3—4 m cînd armarea se face pe o singură direcţie şi la 5—6 m, cînd armarea se face pe două direcţii (armare încrucişată).

Cînd distanţele dintre grinzile secundare se reduc la mai puţin de 70 cm, planşeele se numesc *cu nervuri dese*. Cînd nervurile sînt dispuse după o reţea ortogonală sau diagonală se numesc *planşee casetate*.

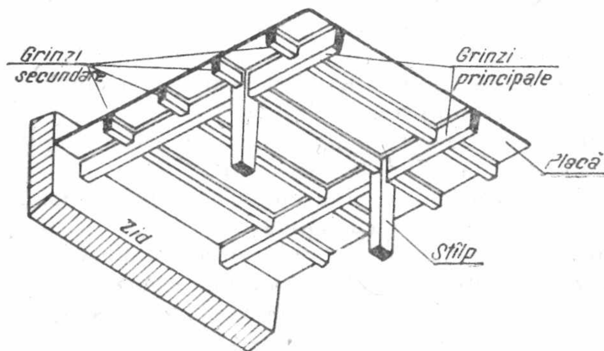


Fig. VIII.65. Vedere de jos a unui planşeu monolit su plăci şi grinzi.

Caracteristicile geometrice ale elementelor de planşeu :

1) *Placa* are grosimea 1/35—1/40 din deschidere la plăci armate pe o direcţie şi de 1/45—1/50 la plăci armate pe două direcţii ; la planşeele cu nervuri dese plăcile au grosimea de 1/12 din distanţa dintre nervuri. Din considerente tehnologice, grosimea plăcilor nu se reduce însă sub anumite valori (nu se admit plăci cu grosimi mai mici de 4 cm, excepţional 3 cm).

2) *Grinzile principale* au înălţimea minimă de 1/15 din deschidere (5,00—8,00 m), aşezate la interax de 3,50—6,00 m (deschiderea grinzilor secundare).

3) *Grinzile secundare* au înălţimea de 1/20 din deschidere, aşezate la interax de 1,50—2,50 m ; la nervuri dese înălţimea se reduce la 1/25 din deschidere şi la 6 cm lăţime.

b. Armarea plăcilor (cu bare legate). După dimensiunile în plan, raportul laturilor plăcii l_1/l_2, acestea au dispuse armătura de rezistenţă pe o direcţie cînd $l_1/l_2 > 2$ sau au armătura de rezistenţă dispusă pe ambele direcţii, armare încrucişată, cînd $l_1/l_2 < 2$).

Armarea pe o direcţie poate fi aplicată pentru o placă cu o singură deschidere sau pentru o placă continuă (armare obişnuită) la un planşeu cu grinzi sau cu placă continuă (v. fig. I.12).

Regulile de armare au fost arătate în cap. VII.

O parte din armătura plăcilor din cîmp (cel puţin 1/3) se menţine dreaptă pe reazem, de regulă depăşind reazemul, iar o parte se ridică la partea superioară a acestuia pentru preluarea eforturilor de întindere din această zonă. Pentru completarea armăturii de la partea superioară, pe reazem se montează şi călăreţii care pătrund în deschiderile vecine, conform regulilor constructive, şi se ancorează în beton, de regulă, în zona comprimată (fig. VIII.66).

Barele ridicate dintr-o deschidere trec în deschiderea vecină şi se ancorează în beton la partea de sus a plăcii sau sînt bare continue care în cîmp se află în toate deschiderile în partea de jos, iar pe reazeme, la partea de sus a plăcii (în zona întinsă).

Variante de fasonare a armăturii unei plăci armată pe o direcţie :

1) *În cazul barelor subţiri* $\varnothing \leqslant 8$, armarea se poate face după următoarea tehnologie : barele se taie la lungimea necesară (v. cap. VII). şi li se fasonează numai ciocurile la banc după care se aşază ca bare drepte pe platforma cofrajului la distanţele prevăzute în proiect (indicate prin numărul de bare pe metru liniar, număr care poate fi întreg sau fracţionar, de exemplu 3 1/2 bare/m).

Barele se aşază alternat (barele care rămîn drepte pe reazem alternează cu bare care se ridică pe reazem în care se socotesc şi călăreţii). După aşezarea pe cofraj, barele care devin bare ridicate se îndoaie

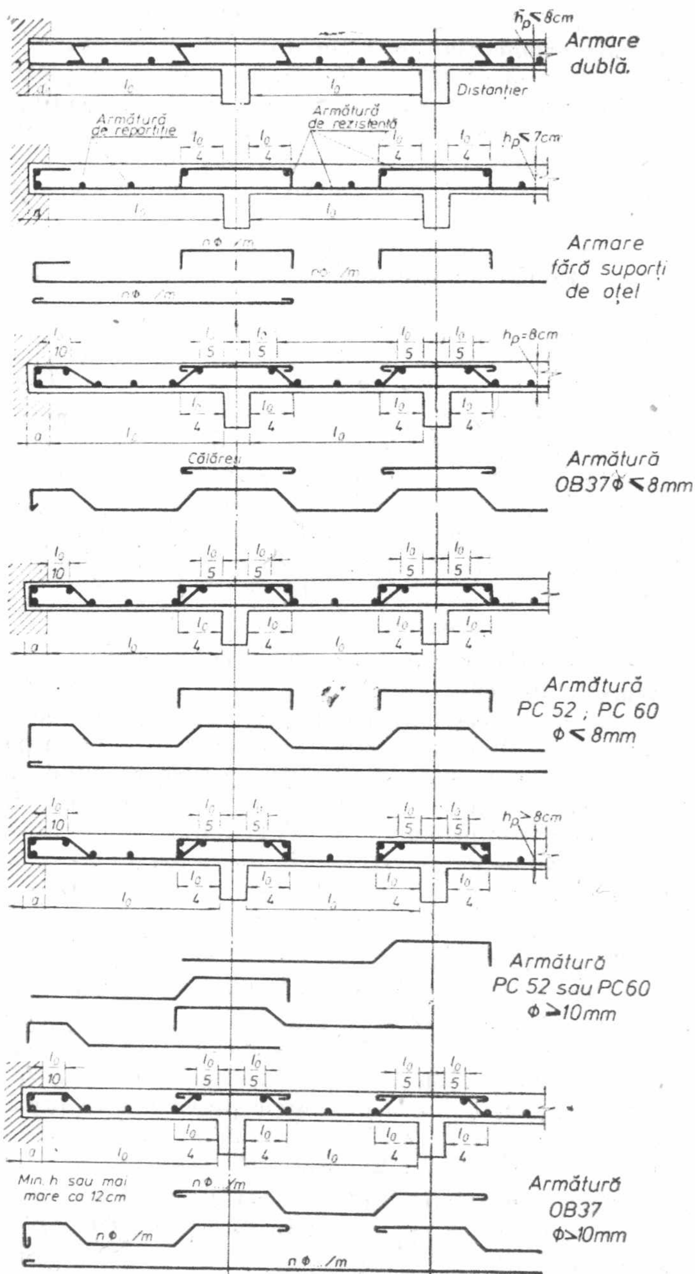


Fig. VIII.66. Exemple de folosire a barelor independente la plăci.

direct cu o cheie specială pe cofraje, avîndu-se grijă ca barele de pe reazem să fie așezate simetric față de reazem.

2) *În cazul barelor cu* $\varnothing > 10$, acestea se fasonează complet la banc și apoi se montează în cofraj ; acest mod de armare se poate aplica și la barele subțiri.

3) *În cazul dublei armări cu armătură dreaptă* atît la partea superioară, cît și la partea inferioară, barele se montează cu distanțieri (fig. VIII.67).

4) *Barele de repartiție* se montează după ce au fost montate barele de rezistență.

Pentru a se asigura acoperirea cu beton (v. cap. VII) armătura este poziționată prin purici și distanțieri din oțel.

c. **Armarea încrucișată a plăcilor.** Această armare se aplică la plăci de formă pătrată sau apropiată de pătrat cu deschideri mai mari (4—6 m) sau la plăci circulare și poligonale. De regulă plăcile sînt simplu rezemate pe contur și nu au nevoie de armături la partea superioară a reazemelor.

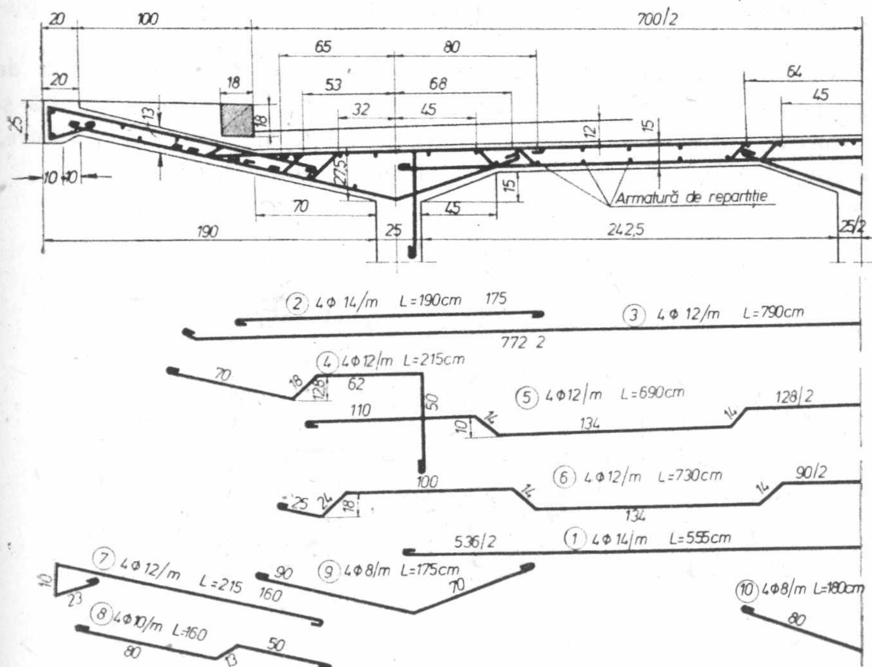


Fig. VIII.67. Armarea unei plăci prelungită cu consolă.

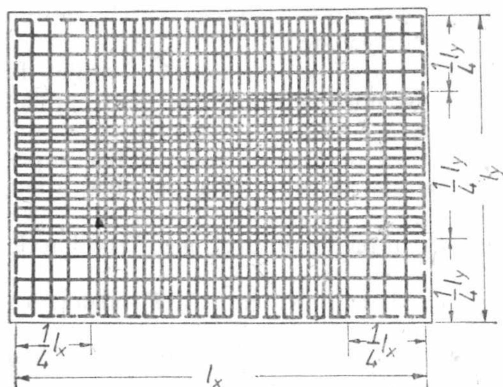


Fig. VIII.68. Armarea încrucișată la o placă cu deschidere mare.

Armătura este distribuită pe ambele direcții, fiind îndesită pe jumătatea centrală a fiecărei deschideri (fig. VIII.68).

Armarea unui planșeu (continuu pe o direcție) cu plăci armate încrucișat este arătat în figura VIII.69. Armătura este din oțel PC 52; armătura continuă pe reazeme marca ② este fasonată la capete cu ciocuri drepte.

De asemenea, armăturile ridicate pe reazemele transversale mărcile ⑥ și ⑦ și călăreții marca ④ sînt fasonate cu ciocuri drepte; armăturile care trec drept pe reazeme și cele de repartiție mărcile ⑨ și ⑧, care completează barele de rezistență ① și ⑤, nu au ciocuri.

Nu sînt date distanțele dintre bare, dar este indicat numărul de bare pe metru liniar pentru fiecare marcă de oțel de unde rezultă și distanțele dintre bare. Barele au indicate lungimile totale de debitare, ele fiind legate cu sîrmă pe cofraj formînd plase legate.

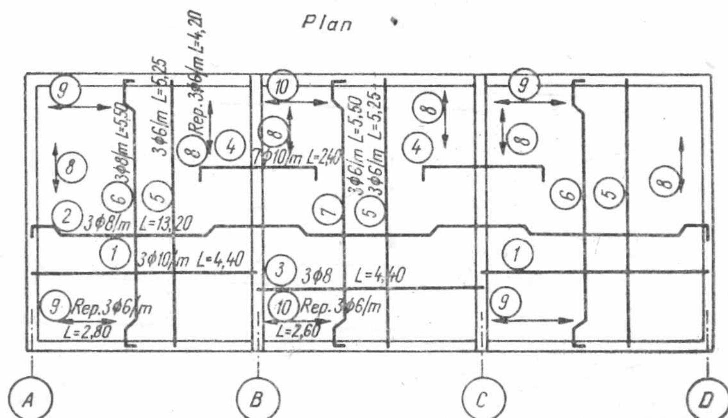


Fig. VIII.69. Planșeul monolit armat încrucișat cu bare izolate din PC 52.

Fig. VIII.70. Armarea unei grinzi continue fără vute solicitată cu o încărcare uniform repartizată.

d. **Armarea grinzilor de planșeu.** Pentru planșeele monolite, grinzile principale și secundare sînt de regulă grinzi continue cu sau fără vute, cu secțiune dreptunghiulară. Datorită plăcii, grinzile lucrează ca o secțiune în T; grinzile pot avea și console. Regulile generale de armare au fost arătate în cap. VII, iar un exemplu de cotare a unei grinzi armate s-a indicat în figura I.13.

În figura VIII.70 se arată armarea unei grinzi continue fără vute, iar în figura II.37, modul de deformare.

În secțiunile grinzii se poate urmări poziția armăturii. Pe desen fiecare bară are o marcă. De exemplu, marca ④ se găsește în prima deschidere a grinzii; poziția ei în cîmp rezultă din secțiunea *1—1*, iar pe reazem din secțiunea *2—2*.

Grinda este mai puternic armată pe reazeme unde la partea superioară sînt 10 bare, iar în cîmp numai 6 bare. În secțiunile transversale ale grinzii nu se vede armarea plăcilor.

Barele marca ① sînt bare de montaj care se completează cu barele de rezistență marca ⑦.

Barele marca ⑥ sînt bare călăreți cu porțiuni înclinate.

Barele ridicate marca ② pătrund în deschiderea vecină pe 190 cm (aproximativ 1/3 din deschidere). Barele drepte marca ⑧ pătrund dincolo de reazem (sînt cel puțin două bare).

În zona reazemelor etrierii sînt închiși.

Poziția barelor înclinate (primele pornesc la partea de sus din reazem la o distanță $\leqslant$ 5 cm), rîndul al doilea la o distanță $\leqslant h$ (55 cm) și rîndul trei la 2 h (95 + 15 = 110), respectiv distanța d cerută față de a doua bară $d \leqslant 1{,}5\ h$.

Armarea vutelor la grinzile cu vute se face similar ca la grinzile de cadru (v. fig. VIII.14), respectîndu-se de regulă dimensiunile vutei și dispunerea armăturii din figura VIII.71. Pe reazeme, ca și la grinzile fără vute, armătura s-a dispus cu respectarea regulilor de armare care rezultă și din figura VIII.16.

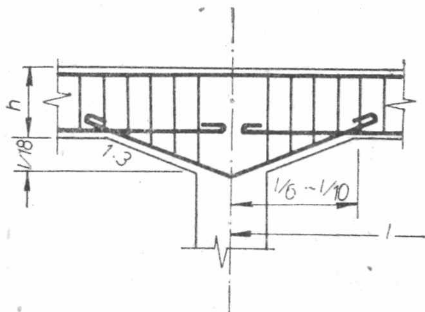


Fig. VIII.71. Dimensiunile și armarea vutelor.

e. **Armarea planșeelor cu plase și carcase sudate.** Armarea planșeelor cu plase sudate se face cu respectarea prevederilor arătate în cap. VII, deci cu suprapuneri conform regulilor arătate.

În plăci, plasele se montează la partea inferioară și pe reazeme pe un rînd sau pe două, cu sau fără decalare.

În figura VIII.72 se dau exemple de așezare a plaselor în secțiune transversală și în plan.

Pe reazemele intermediare plasele de la partea superioară acoperă de o parte și de alta a reazemului o porțiune din deschidere (0,25 l de fiecare parte).

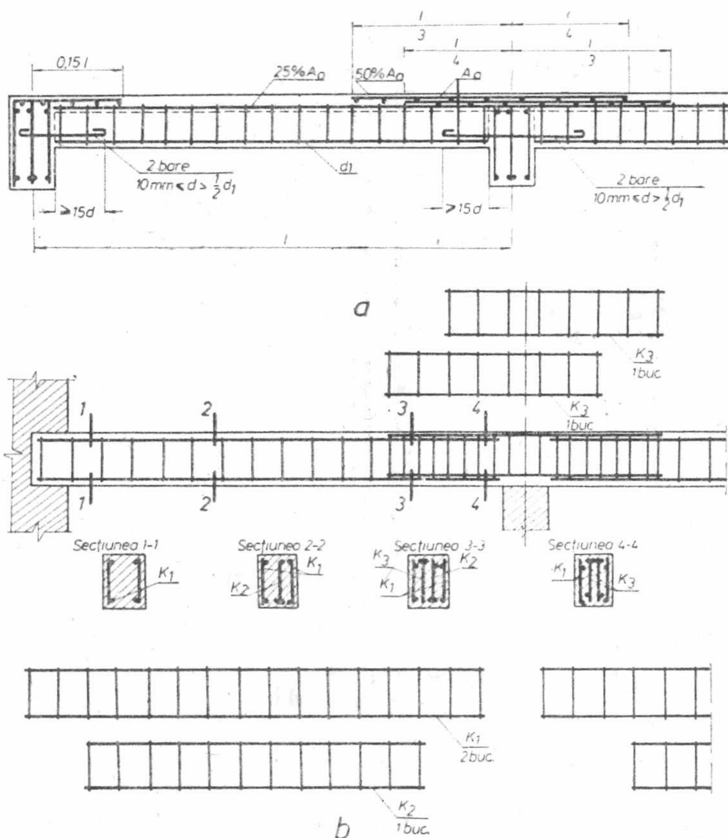


Fig. VIII.72. Armarea grinzilor monolite de planșeu cu carcase sudate:

a — grindă secundară; *b* — grindă principală.

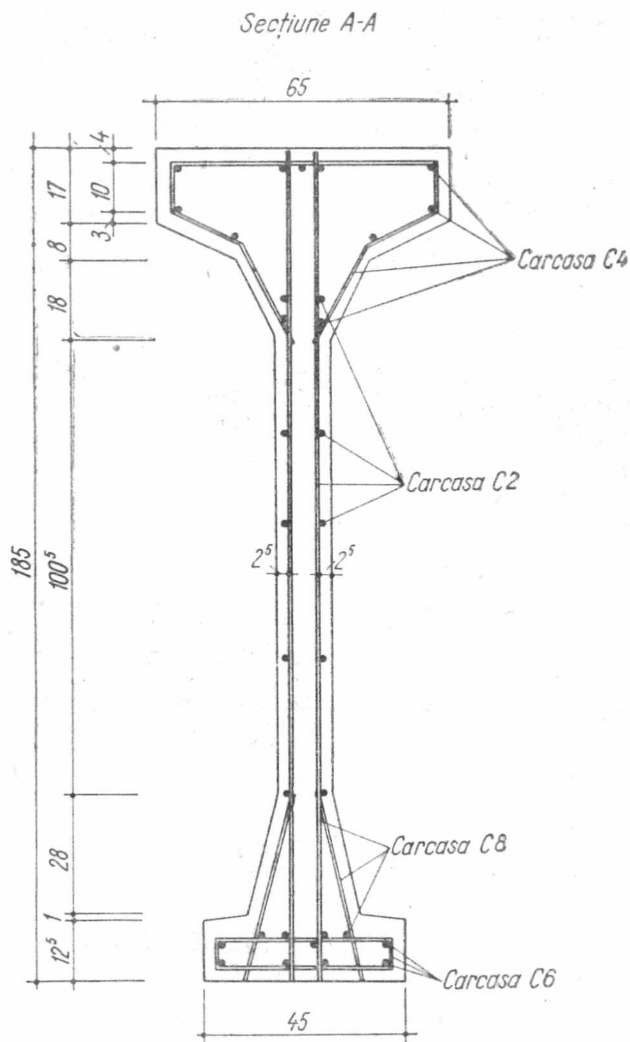


Fig. VIII.73 a. Armarea de principiu a unei grinzi prefabricate pentru construcții industriale. Secțiune transversală (proiect I.P.C.).

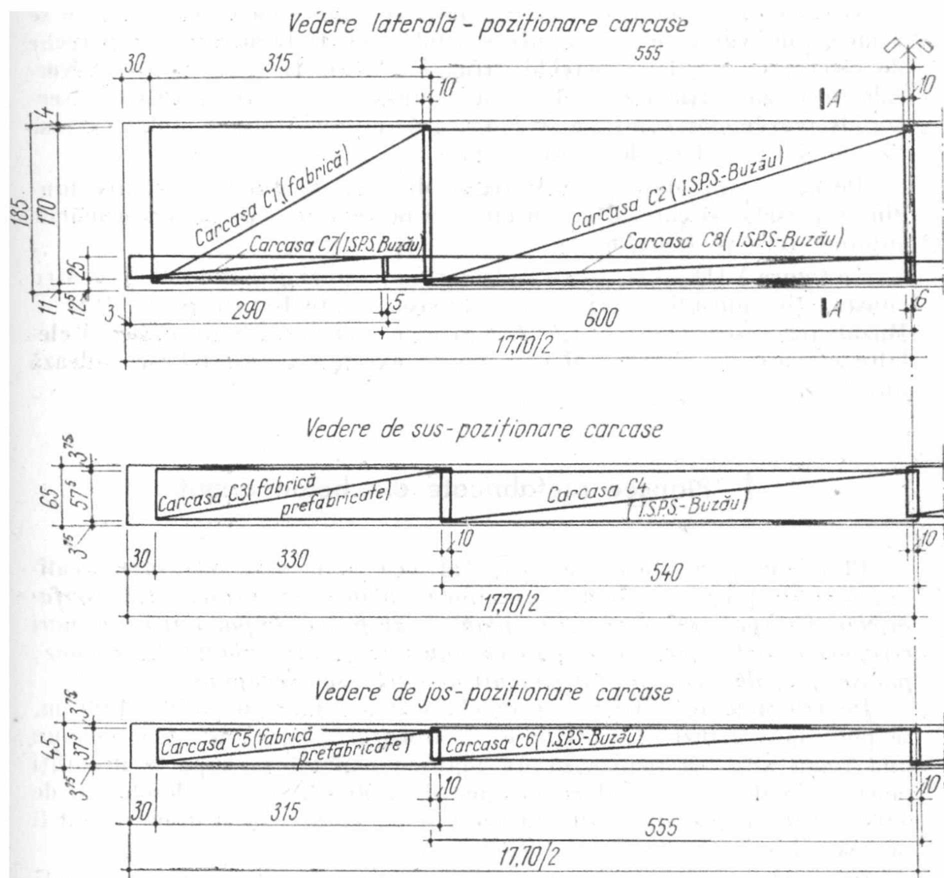


Fig. VIII.73 b. Armarea de principiu a unei grinzi prefabricate pentru construcții industriale. Așezarea carcaselor (proiect I.P.C.):

Carcasele C1, C3, C5, C7 sînt executate în atelier ; carcasele C2, C4, C6, C8 sînt livrate de I.S.P.S. — Buzău.

Plăcile mai groase ($h > 9$ cm) se pot arma pe reazem cu două plase suprapuse așezate în trepte, primele trepte avînd o pătrundere în deschiderile vecine de $2 \times 0{,}15\ l = 0{,}3\ l$.

Proiectele pot conține și alte rezolvări la așezarea plaselor.

Grinzile de planșeu turnate monolit și armate cu carcase sudate se armează de regulă cu carcase plane, confecționate la mașini cu o pereche de electrozi (sau două perechi), (fig. VIII.72). În secțiunea transversală se așază vertical 2, 3, 4 sau mai multe rînduri de carcase. În secțiunile reazemelor continue se montează, de regulă, mai multe carcase (3 sau 4 cel puțin) decît în cîmp.

Pe figură sînt date și unele reguli de armare, din care rezultă lungimile plaselor și carcaselor, în cîmp și pe reazeme, precum și armările suplimentare pe reazem.

În figura VIII.73 se poate vedea armarea unei grinzi dublu T pentru construcții industriale armate cu carcase sudate livrate de I.S.P.S. — Buzău (carcasele *C2*, *C4*, *C6*, *C8*) și care sînt îndoite în atelier. Celelalte carcase de dimensiuni care nu se execută industrial, se sudează direct în atelier.

2. Planșee prefabricate din beton armat

Planșeele prefabricate au căpătat cea mai largă utilizare, realizîndu-se în prezent sub diferite tipuri: *planșee cu nervuri dese prefabricate și corpuri de umplutură ; planșee sub formă de panouri cu corpuri ceramice armate ; planșee tip fîșie cu sau fără goluri ; planșee tip cheson ; planșee predală ; planșee din panouri mari etc. sau semipanouri.*

Pentru hale industriale, la deschideri mai mari de 3,00—4,00 m, se pot folosi grinzi de diferite secțiuni astfel alese încît, dacă se pun una lîngă alta, se realizează un planșeu capabil să suporte greutăți mari. Grinzile tip T și Π cu lățimea de 1,50—3,00 m și deschideri de 6,00—18,00 m pot fi folosite în acest scop. În această categorie pot fi incluse și chesoanele.

Planșeele pot avea și alte denumiri decît cele arătate. Planșeele sînt denumite și după destinația clădirii sau lucrărilor inginerești, poziția planșeelor în clădire etc. Pentru arătarea modului de armare a acestora se prezintă o serie de exemple caracteristice.

a. **Planșee tip cheson.** În figura VIII.74 se arată armarea unui cheson de 5,70 m cu plase și carcase sudate. Placa chesonului este armată cu plase sudate, iar nervurile cu carcase din oțel PC 52 ∅ 10 și 18 mm, sudate prin puncte cu sîrmă STNB ∅ 4. În placă se mon-

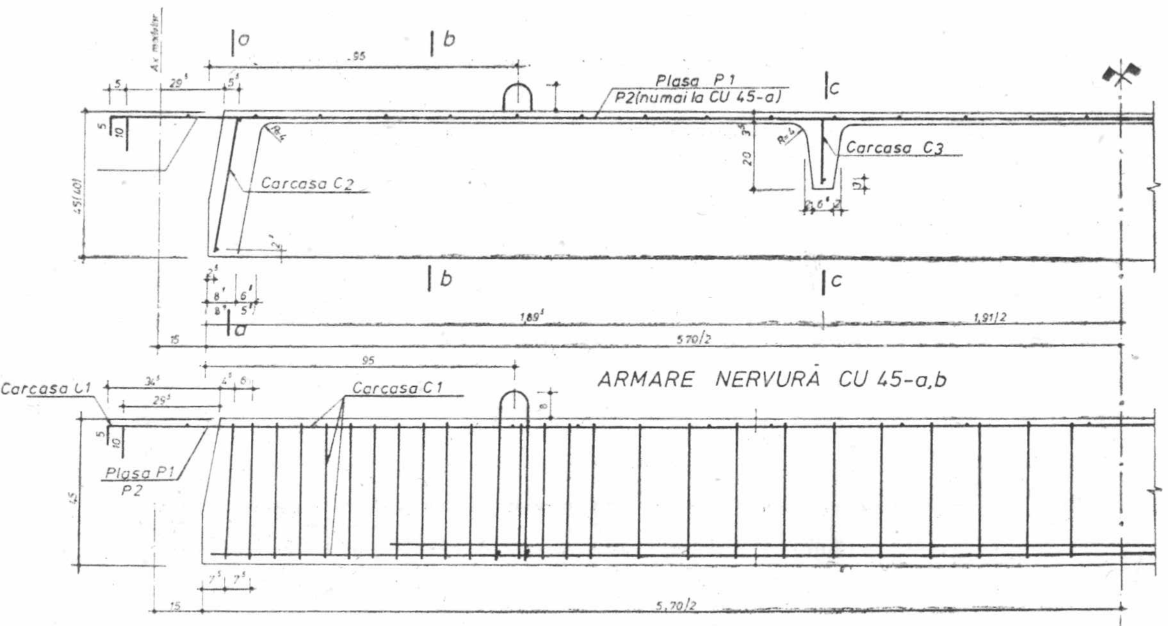
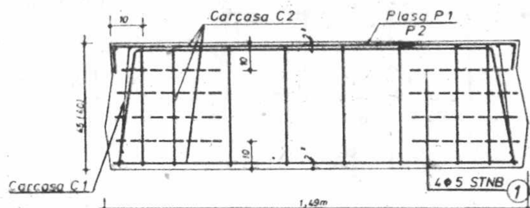


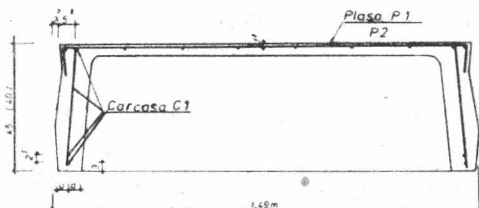
Fig. VIII.74 a. Armare cheson. Secțiune longitudinală (proiect I.P.C.T.).

CARCASA C1

ARMARE
SUPLIMENTARĂ LA COLȚURI

Fig. VIII.74 b. Armare cheson. Detalii armare (proiect I.P.C.T.).





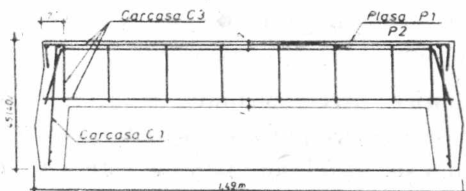


Fig. VIII.74 c. Armare cheson. Secțiuni transversale (proiect I.P.C.T.).

tează o plasă cu ∅ 4 (plasa ST 402 livrată de I.S.P.S. — Buzău). La colțuri se prevede o armare suplimentară. Lățimea transversală a chesonului este de 1,49 m, nervurile au înălțimea de 45 cm (CU 45) și de 40 cm (CU 40). Placa are grosimea 3,5 cm, iar acoperirea minimă de beton 1,2 cm. Chesonul este prevăzut cu urechi pentru manipulare.

b. **Planșee din fîșii cu goluri.** Un exemplu de fîșie cu goluri de 6,0 m (5,92) deschidere armată cu carcase sudate este arătată în figura VIII.75.

Carcasa sudată *C1* este notată cu 3 × 150/3 × 150 — 0,92 × 5,75, ceea ce înseamnă că este din sîrmă STNB ∅ 3 cu ochiuri pătrate de 150 mm, cu lățimea de 0,92 m și lungimea 5,75 m (numărul de ochiuri pe lățime este de 9 și pe lungime 19), fiind executată de I.S.P.S. —

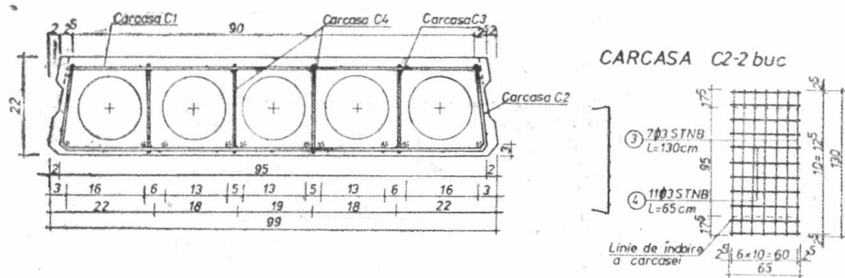


Fig. VIII.75. Fîşie cu goluri armată cu carcase sudate.

Buzău. Denumirile plaselor pot fi indicate cu simbolurile din catalog (v. cap. III).

Carcasa *C2* este notată* cu 3 × 100/3 × 125 — 0,60 × 1,25, cu semnificaţia similară cu carcasa *C1* şi se îndoaie conform desenului la un dispozitiv special de îndoit carcase (cu raze de îndoire ∅ 20) care de regulă se construieşte în atelier. La toate intersecţiile de bare carcasele se leagă cu sîrme.

c. **Fîşii ceramice precomprimate.** Pentru construcţii industriale etajate se folosesc planşee puternic armate pentru a prelua încărcările mari. Un exemplu de astfel de planşeu este cel din figura VIII.76, format din fîşii ceramice, înglobate în beton armat B 400, prin pretensionarea a 6 toroane TBPP (7 ∅ 3).

Între corpuri ceramice şi la partea superioară sînt prevăzute carcase sudate; carcasa *C1* este în plan transversal îndoită, fiind de construcţie specială, în sensul că la capete barele transversale sînt îndesite.

Carcasa are o lăţime de 1,35 m şi este compusă din 22 ∅ 4 STNB + + 2 × 3 ∅ 5 STNB + 2×4 ∅ OB 37 şi PC 52 (la distanţe de 20; 15; 10 şi 5 cm). Pe figură se arată şi ordinea de întindere şi tăiere a toroanelor.

Capetele fîşiei sînt mai puternic armate, atît pentru a prelua forţele de tăiere (forfecare), cît şi pentru a prelua eforturile din toroane la transfer.

11 Cîrlig de agățare φ8 OB37

Carcasa C2

Carcasa C1

6×7φ3

2512 × 20 = 50012

5,9012

12 2φ8 PC52

13 2φ8 OB37

CARCASA C1 - 1 buc.

Se obține prin tăiere din carcasa C

1 2×4φ8 OB37 + 2×3φ5 STNB l = 1,35 m

22φ4 STNB L = 1,35m 3

4

3

3×5=15 10 15

2512 × 20 = 5,0012

5,8612

7φ5 STNB L=5,86 m 4

Fig. VIII.76 a. Fîșie ceramică de 6,00 m deschidere armată cu toroane și carcase sudate. Secțiune longitudinală.

PANOU PCC - IV b

DETALIUL A

ORDINEA DE ÎNTINDERE ȘI DE TĂIERE A TOROANELOR

Fig. VIII.76 b, Fîșii ceramice de 6,00 m deschidere, armate cu toroane și carcase sudate. Secțiuni transversale.

F. ARMAREA SCĂRILOR DIN BETON ARMAT MONOLIT

Scările sînt alcătuite dintr-un sistem de plăci înclinate încastrate în grinzile podestului, putînd avea şi vanguri (grinzi marginale).

Placa înclinată (rampa) a scării este armată pe o direcţie ca o placă obişnuită, dublu încastrată în grinzile podestului. Armătura de rezistenţă din cîmpul plăcii înclinate este ridicată pe reazem şi ancorată în grinzile şi în plăcile podestului.

În figura VIII.77 se arată modul de armare a unei scări turnată monolit, cu bare OB 37, independente.

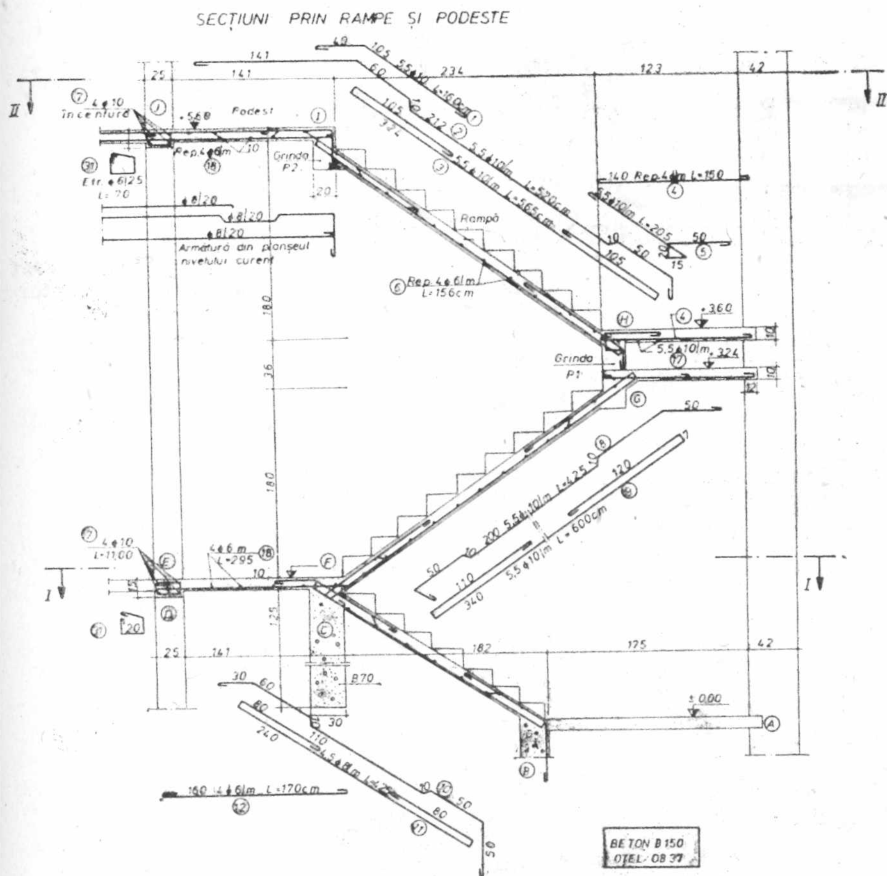
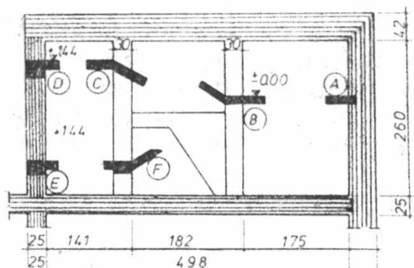


Fig. VIII.77 a. Armarea unei scări turnată monolit. Secţiune transversală.

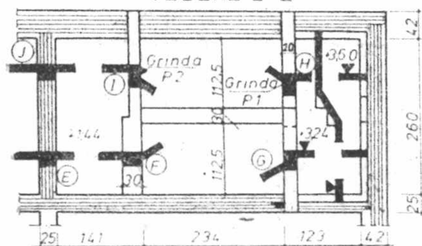
PLAN COFRAJ

VEDERE I-I

Scara 1:50



VEDERE II-II



Scara 1:50

Armare placă cota +2,80 - +3,16

5,5 ϕ10/m

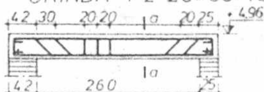
5,5 ϕ10/m

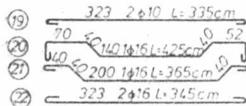
11 ϕ10/m

5,5 ϕ10/m

5,5 ϕ10/m

GRINDA P2 20×35-1buc.





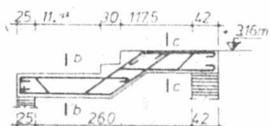
35

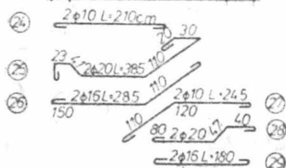
20

30

15

GRINDA P1 20×35-1buc



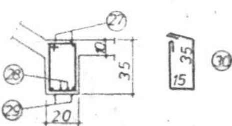


SECȚIUNEA b-b



30

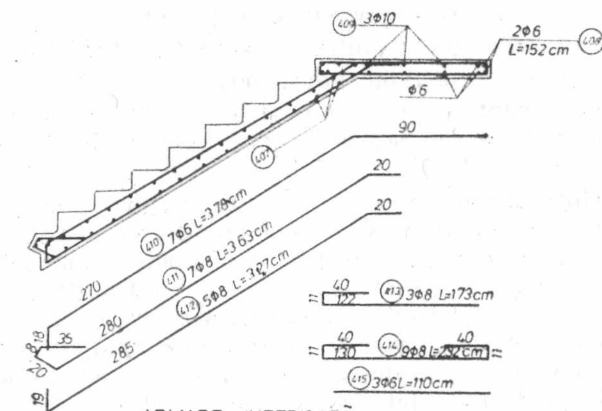
SECȚIUNEA c-c



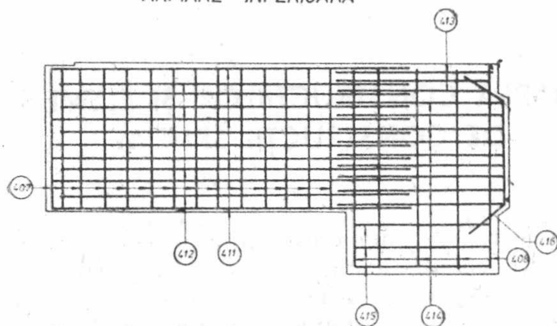
35

15

Fig. VIII.77 b. Plan cofraj și armarea unei scări turnate monolit.



ARMARE INFERIOARĂ



ARMARE SUPERIOARĂ

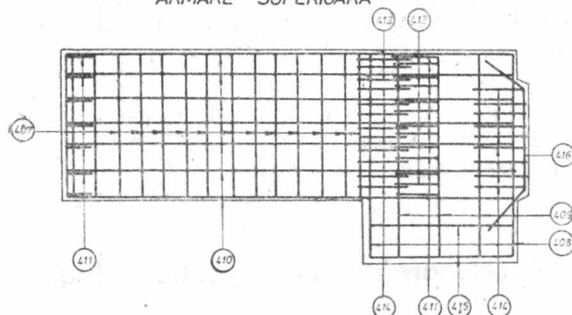


Fig. VIII.78. Scară prefabricată pentru construcții din panouri mari.

Grinzile (vangurile și grinzile podestului $P1$ și $P2$) se armează ca grinzi simplu rezemate drepte sau grinzi frînte (v. cap. VI).

Grinzile au etrieri închiși întrucît sînt solicitate și la răsucire.

Scara fiind în ansamblul construcției, împreună cu casa scării, o parte rigidă a construcției, este necesar ca toate părțile ei componente să fie la fel de rigide sau să aibă anumite zone care să lucreze ca articulații.

Noile tehnologii de execuție a construcțiilor impun în prezent ca scările să fie executate din elemente prefabricate. În acest sens sînt executate prefabricat podestele, rampele, vangurile și grinzile de podest, avînd concepute îmbinări de continuitate. Sînt situații cînd sînt folosite și elemente prefabricate spațiale (rampa + podest); aceste elemente sînt însă dificil de transportat și manipulat (fig. VIII.78). Armările elementelor prefabricate de scară se execută după regulile obișnuite, folosind în special plase și carcase sudate executate în fabrici.

G. ARMAREA CONSTRUCȚIILOR ȘI ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚII SPECIALE

O serie de construcții inginerești pun probleme speciale de execuție și armare. În această categorie de construcții sînt construcțiile realizate din plăci subțiri, ca elementele componente ale acoperișurilor de hale industriale, pereții recipienților pentru diferite produse (rezervoare, buncăre, silozuri etc.), turnurile de răcire, coșurile de fum, stîlpii de înălțime mare pentru transportul energiei electrice, precum și construcțiile masive pentru poduri, baraje, ziduri de sprijin, piste pentru aeroporturi etc.

Problemele de armare la aceste tipuri de construcții se rezolvă pe baza principiilor arătate în cap. VII, avînd soluționări constructive similare cu cele arătate și în acest capitol.

1. Rezervoare circulare pentru lichide

În planșa IV se arată alcătuirea unui rezervor din beton armat așezat pe sol, de formă cilindrică cu diametrul de 15,84 m și înălțimea de 5 m. În acest rezervor încărcarea este dată de presiunea păcurii

(mai mare la bază). Armătura din pereți este formată din armătura circulară (inelară) care se petrece cel puțin pe o lungime de 60 *d* și armătura longitudinală. Armătura inelară este alcătuită din bare ∅ 10 dispuse pe două rînduri la distanțe variabile cu tronsonul.

Legătura fundului rezervorului cu pereții se armează pentru preluarea împingerilor din pereți. Armătura este alcătuită din bare ∅ 10 și 8 dispuse după generatoare pe ambele fețe la 15 cm între ele.

Acoperișul rezervorului se armează ca o cupolă, iar inelul cupolei se armează ca o grindă circulară. Fundulrezervorului(radier) se armează ca o placă circulară cu armătura radială și inelară dispusă încrucișat. Armarea fundației inelare se face similar cu a unei plăci obișnuite. Detaliile de armare se pot urmări pe planșa IV.

Armarea poate fi făcută și cu plase sudate dacă se respectă condițiile de petrecere (această soluție trebuie însă justificată economic). Armarea trebuie să fie puternică întrucît nu se admite ca betonul să fisureze.

În planșa IV pentru cupola radier și fundația inelară, armătura este reprezentată prin desenarea cusăturilor pe unele sectoare circulare, înțelegîndu-se că armătura se extinde pe toată cupola și pe întreg radierul și inelul circular.

Armătura verticală din pereții rezervorului este reprezentată prin diametrul barelor și distanța dintre bare (măsurată pe un cerc cu raza stabilită, 1/2 în mod obișnuit din raza maximă).

Armătura inelară din pereții rezervorului este reprezentată pe tronsoane (I—IV), indicîndu-se diametrul barelor și numărul de bare pe fiecare tronson. Barele trebuie înnădite prin petrecere pe 60 *d* (proiectele conțin de regulă reprezentări detaliate).

Modul de fasonare a barelor și lungimile barelor sînt reprezentate în secțiunea transversală de lîngă rezervor.

Fierarul betonist trebuie să poată stabili numărul de bare și lungimea barelor de armare a rezervorului care nu este o problemă ușoară. În detaliile din planșă sînt reprezentate modul de izolare, modul de traversare a conductelor și bordarea golurilor etc.

Armătura inelară poate fi realizată sub formă de armătură postîntinsă, aplicată la rezervoare prefabricate formate din doage, sau la rezervoare turnate monolit. Pretensionarea se poate face continuă prin sîrme SBP întinse cu un dispozitiv de pretensionare care circulă pe pereții rezervorului (bicicletă) sau prin pretensionarea unor porțiuni

din inel prin ancorarea armăturii în nervuri verticale special executate (fig. VIII.79). În cazul pretensionării armăturii, acoperirea cu beton se obține prin torcretare.

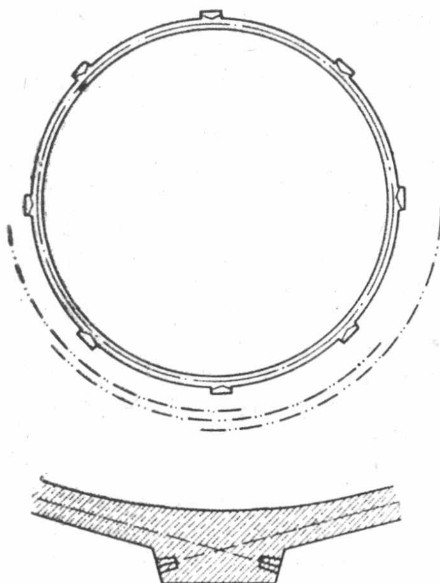


Fig. VIII.79. Secțiune orizontală schematică printr-un rezervor circular precomprimat.

2. Castele de apă

Castele de apă sînt rezervoare plasate la înălțime, folosind de obicei la alimentarea cu apă a unei anumite industrii. Ca și rezervoarele, ele pot fi executate din beton armat monolit sau prefabricat și din beton armat precomprimat. Unele castele se execută la sol, fiind apoi liftate.

Castelele de apă se compun din: fundații, turn de susținere și rezervorul propriu-zis (fig. VIII.80 și VIII.81).

Fundațiile se realizează în mod obișnuit de tip bloc cu cuzinet (v. fig. VIII.40). Turnul de regulă se execută cu cofraje glisante speciale (v. fig. IV.38), lăsînd goluri pentru uși, ferestre, scări, planșee etc. unde armătura longitudinală se taie, dar se bordează marginile golurilor.

În cazul cofrajului liftat la executarea castelului se procedează în modul următor :

1) *Se montează cofrajul pe un schelet de rezistență.*

2) *Se montează armătura peretelui și se pun distanțieri.*

3) *Se execută liftarea și fixarea la cotă.*

4) *Se execută fundul rezervorului (partea de jos a cofrajului).*

5) *Se montează armătura din fundul rezervorului și din inelul de legătură dintre turn și rezervor.*

6) *Se montează piesele de pătrundere pentru conducte.*

7) *Se execută betonarea în straturi orizontale de 10—15 cm.*

Turnarea se face printr-o tehnologie strictă pentru pătrunderea și compactarea betonului și respectarea stratului de acoperire.

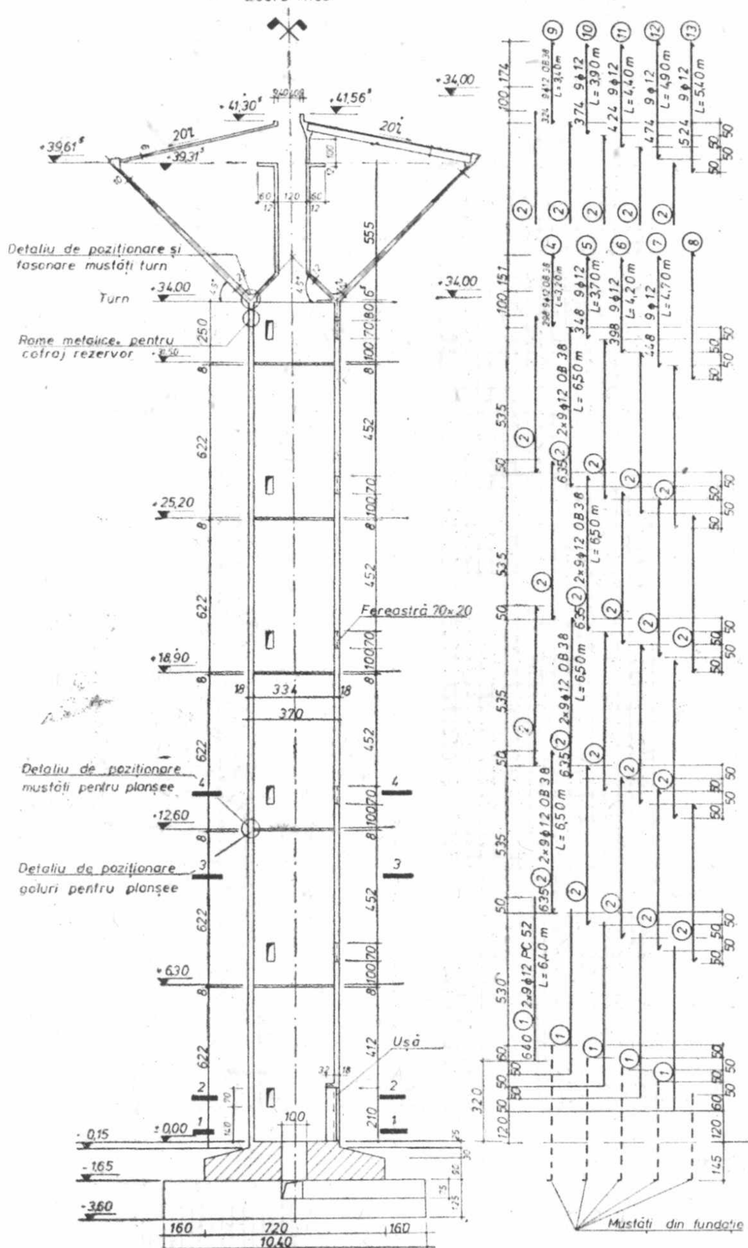
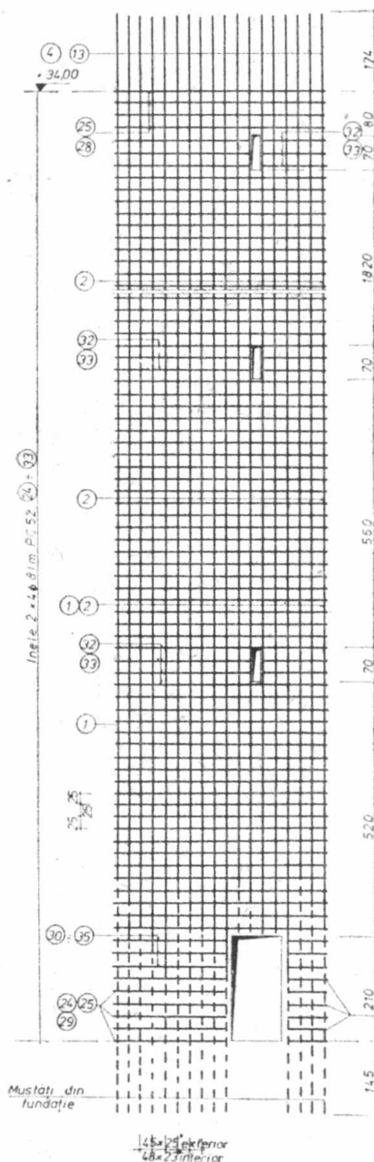
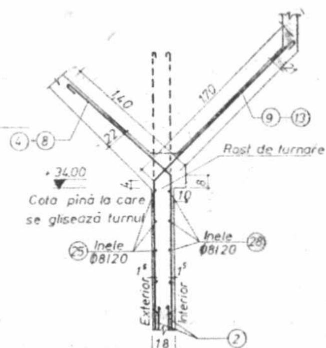


Fig. VIII.80 a. Armarea unui turn de castel de apă cu oțel OB 37 și PC 52, executat prin glisare. Secțiune verticală (proiect I.P.C.T.).

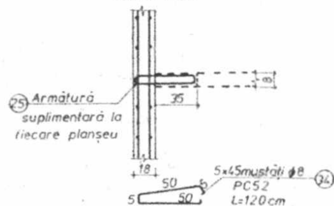
POZIȚIONARE ARMĂTURĂ ÎN PERETE TURN
Scara 1 : 50



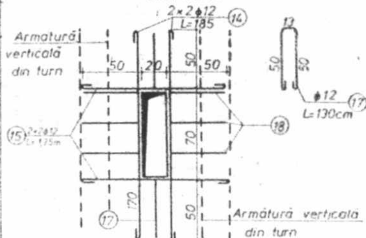
DETALIU DE POZIȚIONARE ȘI FASONARE MUSTĂȚI TURN
Scara 1 : 20



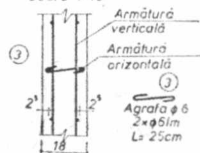
DETALIU DE POZIȚIONARE MUSTĂȚI PENTRU PLANȘEE
Scara 1:20



DETALIU DE ARMARE FERESTRE
Scara 1:20



DETALIU DE ARMARE PERETE TURN
Scara 1:10



DETALIU DE ÎNNĂDIRE BARE

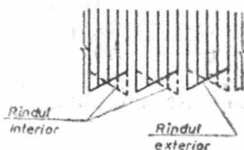


Fig. VIII.80 b. Detalii de armare a **turnului**.

Fig. VIII.81. Armarea pereţilor şi cupolei unui rezervor de apă de înălţime.

Pe figurile VIII.80 și VIII.81 sînt date unele explicații privind tipul de armătură și modul de soluționare a unor detalii. Fierarul betonist trebuie să învețe modul de armare după planșe înainte de a începe fasonarea armăturii.

3. Rezervoare cu planșee ciuperci (rezervor de apă subteran)

Planșeele dală și planșeele ciuperci care se folosesc la construcții de clădiri își găsesc și o aplicare specifică la execuția rezervoarelor (v. planșa V).

Presiunile mari date de apă, de împingerea și greutatea pămîntului justifică execuția monolită a unor astfel de rezervoare. Desigur că se pot găsi și soluții prefabricate.

Din punctul de vedere al armărilor prezintă interes ciupercile care se armează pe patru direcții perpendiculare între ele și paralele cu laturile panourilor și pe muchii, cu asigurarea lungimii de ancorare a fiecărei bare. Capitelurile ciupercilor pot fi cu două pante.

Stîlpii ciupercați sînt plasați după o rețea rectangulară la distanțe de 4—6 m. Plăcile sînt întărite cu o rețea legată sau sudată pusă deasupra capitelurilor. Armătura transversală a capitelurilor se realizează prin etrieri închiși îndesiți pe toată înălțimea capitelului și pe porțiunea de stîlp de lîngă capitel.

Armările colțurilor și contururilor radierului și a plăcii superioare se soluționează similar ca la rezervoarele obișnuite. Aceste zone au prevăzute de regulă vute. Armătura va fi bine ancorată sau poate fi folosită în această zonă armătura continuă. Plăcile, pereții și radierul au armare dublă încrucișată.

Planșeele dală sînt de fapt planșee ciuperci cu capitelul înglobat în placă care de această dată este mai groasă decît la celelalte planșee.

4. Silozuri și buncăre

Silozurile pentru ciment, cereale etc. sînt destinate depozitării și conservării în bune condiții a acestor produse. Sînt de regulă multicelulare cu celule circulare, dreptunghiulare sau poligonale, de înălțime mare, construite alăturat, avînd pereții apropiați sau comuni;

celulele sînt amplasate pe o fundație comună (radier general). Silozurile au un turn elevator pentru încărcări, descărcări, uscare etc.

Celulele silozurilor se armează pentru a prelua presiunea radială dată de încărcarea produsului depozitat, de compresiunea dată de acțiunea forțelor orizontale (vînt, cutremur etc.), la efectul dinamic al încărcărilor și pentru prevenirea fisurării betonului din încărcări sau ca urmare a contracției betonului sau variațiilor de temperatură etc.

Unele silozuri reazemă prin intermediul unor grinzi foarte înalte (tip perete), numite grinzi pereți, care se armează special. Unele silozuri au și subsoluri. De regulă, grosimea pereților nu coboară sub 15 cm.

Celulele silozurilor se armează dublu cu armătură încrucișată pe cel puțin 2/3 din înălțime. În mod similar cu rezervoarele se armează placa de bază (fundul) celulelor. Partea de sus a silozurilor este acoperită cu plăci cu goluri pentru încărcare și de vizitare armate încrucișat și întărite cu inele puternic armate. În figura VIII.82 se arată o variantă de armare pentru celulele poligonale ale unui siloz armat cu plase sudate, îndoite pentru asigurarea legăturilor la colțurile celulei.

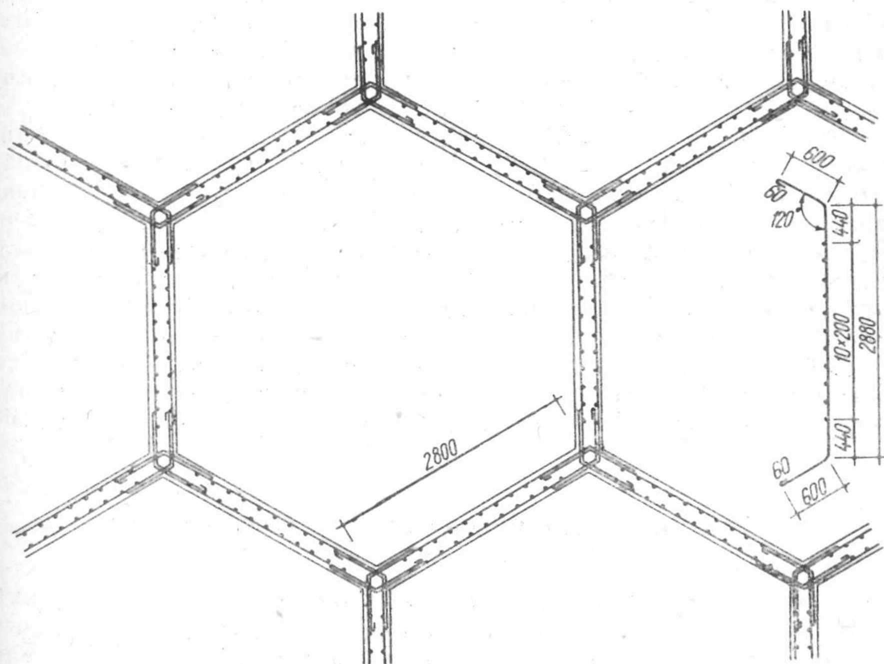


Fig. VIII.82. Armarea cu plase sudate a pereților unui siloz. Grosimea pereților nu este desenată la scară.

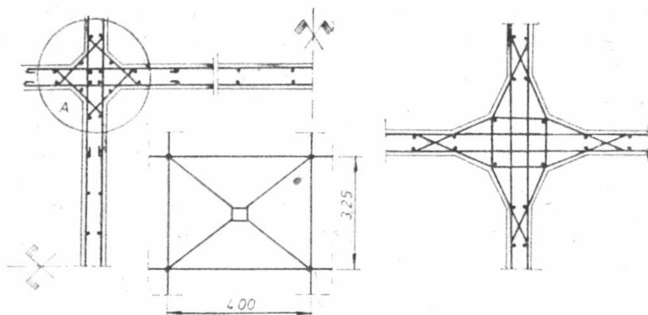


Fig. VIII.83. Armarea pereţilor unui siloz cu celule dreptunghiulare.

De regulă silozurile se armează cu bare ∅ 8...16 aşezate la distanţe variabile (1–20 cm). Înnădirea armăturii se face conform regulilor (v. cap. VII) pe o lungime de 40 *d* şi nu mai mult de 1/4 din totalul armăturii din aceeaşi secţiune. Acoperirea cu beton se ia de 2,0–2,5 cm.

Stelele dintre celule se armează în mod special, iar pereţii din dreptul stelelor sînt îngroşaţi (fig. VIII.83), avînd şi armătură sub formă de V.

Buncărele sînt construite atît sub formă de baterii, cît şi ca buncăre individuale ; se folosesc în cadrul unui proces tehnologic, de regulă, pentru depozitarea temporară a unor produse, avînd şi un rol de simplificare a procesului de încărcare-descărcare cu mijloace mecanice. În acest scop, în anumite cazuri sînt prevăzute şi cu utilajele necesare. Elementul caracteristic al buncărelor este pîlnia, care în mod obişnuit este de formă pătrată, protejată contra uzurii cu plăci de oţel special.

În planşa VI se arată armarea unei pîlnii de buncăr pentru cărbuni. Racordările pereţilor verticali şi ale feţelor pîlniei sînt realizate cu vute puternice. Pîlnia este bine ancorată în pereţii buncărului. Armăturile asigură legăturile elementelor plane între ele pe toate direcţiile

5. Stîlpi cu destinaţie specială şi construcţii turn

a. **Stîlpii LEA şi de telecomunicaţii.** Pentru liniile de transport şi distribuţie a energiei electrice, pentru telecomunicaţii şi transport pe calea ferată, transport urban etc. se folosesc stîlpi de beton armat şi beton precomprimat prefabricaţi. Secţiunile stîlpilor pot fi similare cu cele arătate anterior (v. fig. VIII.20 şi fig. VIII.84).

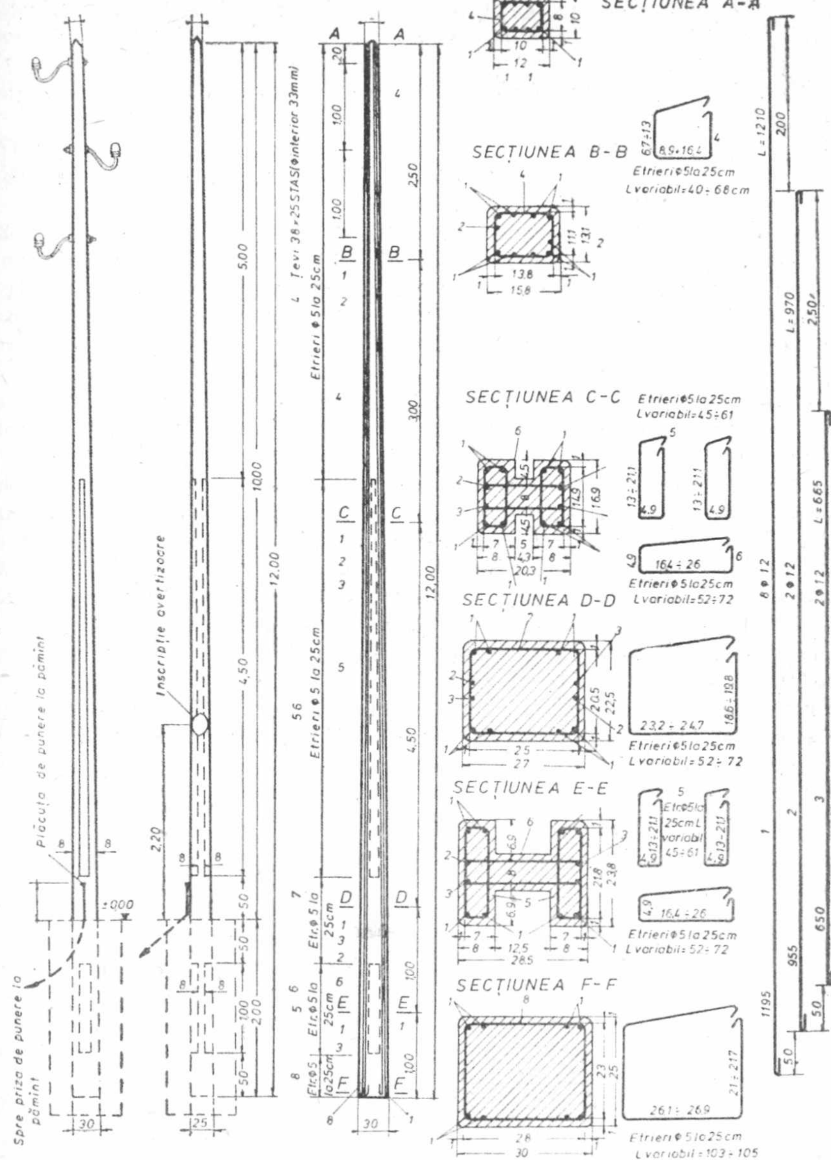


Fig. VIII.84. Stîlpi prefabricați LEA cu secțiune în I executați prin vibrare. Linii de 6—16 kV.

Modul lor de execuţie este destul de diferit : *stîlpi turnaţi monolit ; prefabricaţi prin vibrare ; preturnaţi orizontal sau vertical ; centrifugaţi ; precomprimaţi cu armătura aderentă ; asamblaţi din tronsoane prin post-comprimare* etc.

Modul de armare a acestor stîlpi este similar cu cel al stîlpilor obişnuiţi.

Secţiunea transversală a stîlpilor este variabilă, alternînd secţiunea dublu T cu cea dreptunghiulară. La secţiunea dublu T armătura longitudinală se găseşte în colţurile etrierilor.

b. Stîlpi peron. Pentru anumite construcţii industriale se execută stîlpi cu console lungi în capul lor pe care reazemă diferite elemente de construcţii (ferme luminator, grinzi, elemente de suprafaţă etc.). În planşa VII se arată armarea unui stîlp peron prefabricat pentru hale industriale pe care reazemă, de regulă, ferme luminator din beton armat.

Stîlpul prezintă interes întrucît la partea de jos este un stîlp cu goluri, care are console scurte puternic armate pentru grinzile de rulare (cu mustăţi pentru realizarea continuităţii).

Armarea consolelor lungi din capul stîlpilor asigură preluarea întinderilor de la talpa superioară, compresiunile de la partea inferioară şi forţele tăietoare prin armătura ridicată (coborîtă) şi etrieri. Etrierii sînt îndesiţi în dreptul consolelor (la 10 cm). Barele coborîte (de la console) sînt ancorate în zona comprimată. La capul stîlpului este montată şi o armătură în V pentru preluarea eforturilor din colţuri.

c. **Construcţii turn.** Tehnologiile industriale impun executarea unor construcţii speciale tip turn, pentru coşuri de fum, turnuri de răcire, turnuri pentru castele de apă etc. Armarea unor astfel de construcţii se realizează similar cu cea din figura VIII.40, pentru fundaţie şi cu cea din figura VIII.80 pentru turn.

Capitolul IX

ORGANIZAREA EXECUTĂRII LUCRĂRILOR DE ARMARE ÎN ATELIERE

A. ORGANIZAREA LOCULUI DE MUNCĂ PENTRU OPERAȚIILE EXECUTATE ÎN ATELIERE

Organizarea locului de muncă în ateliere este în funcție de gradul de dotare a atelierului. În cap. V și VI s-au prezentat scheme de organizare pentru descolăcire, îndreptare, tăiere și fasonare.

În acest capitol se va prezenta organizarea locului de muncă pentru unele operații de sudare cu grad mai ridicat de organizare.

În prezent se prevăd în cadrul atelierului linii tehnologice formate dintr-un complex de mașini și dispozitive pentru realizarea unui proces tehnologic continuu. Aceste linii specializate sînt prezentate în cărțile de specialitate.

1. Organizarea sudării barelor cap la cap

Tipurile mașinilor de sudat cap la cap folosite s-au arătat la cap.V. Organizarea sudării cap la cap se poate face conform schemei din figura IX.1.

Barele sînt aduse cu cărucioare, electrocare sau cu un mijloc de ridicat și transportat (poduri rulante, grinzi rulante, monoraiuri etc.).

Fluxul tehnologic în acest caz este următorul : barele aduse din depozit sînt plasate pe stelajul lateral *1* apoi sînt rostogolite pe masa cu role *3*. La capetele mesei sînt așezate două perii mecanizate, cu peria în formă de disc (pentru capetele celor două bare care se sudează). Barele cură-

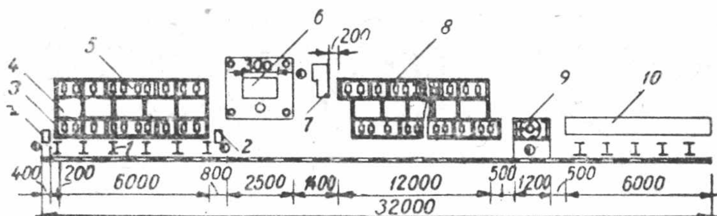


Fig. IX.1. Sudarea barelor din oțel-beton de lungimi diferite, cap la cap (schemă) :

1 — stelaje laterale ; *2* — perii mecanice cu disc ; *3, 5, 8* — mese cu role ; *4* — stelaj intermediar ; *6* — mașină de sudat electrică cap la cap ; *7* — foarfece mecanic ; *9* — mașină de îndoit ; *10* — masă.

țite sînt așezate pe stelajele intermediare *4* de unde sînt apoi rostogolite pe masa cu role *5* ; de aici una din bare este trecută peste mașina de sudat cap la cap *6* prin intermediul unor role rabatabile care se ridică împreună cu armătura așezată pe ele. După sudare, barele sudate sînt trecute la foarfeca mecanică *7*, după care sînt duse la mașina de îndoit *9* și apoi sînt deplasate cu un cărucior la locul de montare a plaselor și a carcaselor.

2. Organizarea sudării prin puncte folosind mașini de sudat staționare cu o pereche de electrozi

Plasele sudate de lățime mică, care nu se pot obține prin tăierea plaselor uzinate de I.S.P.S. — Buzău, se pot confecționa în atelierele de armături ale fabricilor de prefabricate sau în cele care deservesc șantierele, folosind mașini cu mai mulți electrozi sau mașini cu o singură pereche de electrozi, care de regulă nu lipsesc din dotarea atelierului de armături.

La sudarea carcaselor cu mașini cu o pereche de electrozi se prevede organizarea locului de muncă folosind una sau mai multe mașini (fig. IX.2) așezate în cadrul unui proces tehnologic continuu.

Poziția sudorului, alimentarea cu bare transversale, precum și ordinea care trebuie respectată la sudarea nodurilor, pentru a se evita efecte electrice nedorite (șuntarea), sînt arătate în figura IX.3.

Barele longitudinale sînt așezate pe mese cu ghidaje cu role, fiind deplasate manual. Pentru a se respecta ordinea de sudare, plasele se pot întoarce cu 180°.

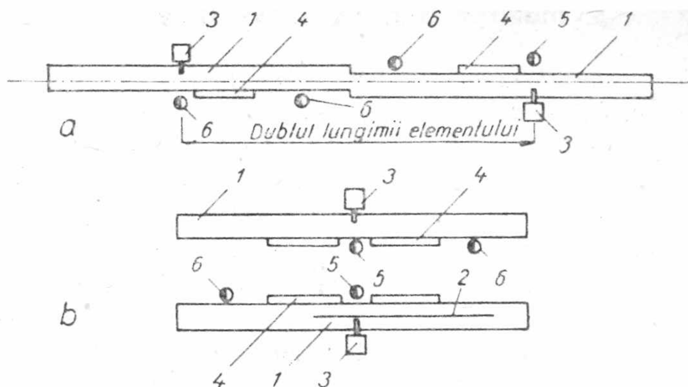
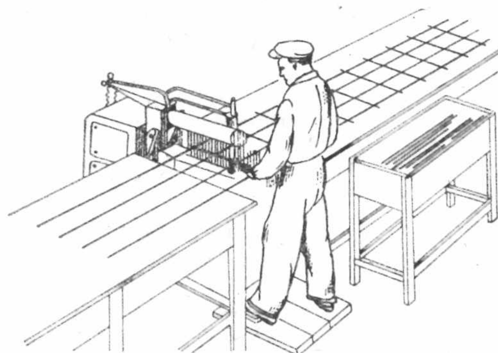


Fig. IX.2. Scheme de organizare a locului de lucru pentru două mașini cu o singură pereche de electrozi :

a — în linie ; *b* — față în față ; *1* — masă ; *2* — bare lungi ; *3* — mașină de sudat ; *4* — jgheab pentru bare scurte ; *5* — poziția sudorului ; *6* — poziția muncitorului auxiliar.



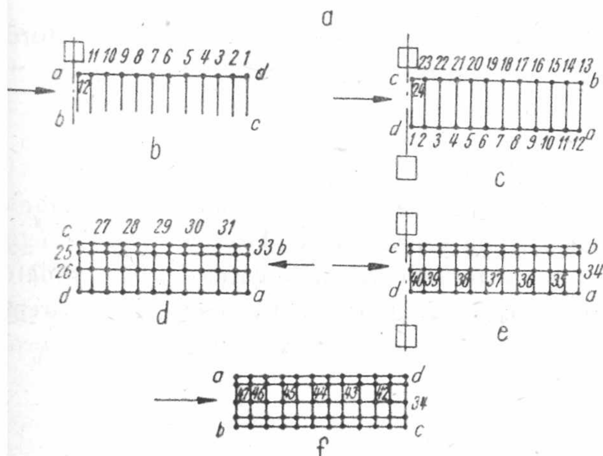


Fig. IX.3. Organizarea locului de lucru și ordinea de executare a sudărilor la o carcasă plană :

a — organizarea locului de lucru ; *b* — sudarea primei bare longitudinale ; *c* — sudarea barei a doua marginală cu întoarcerea plasei ; *d* — sudarea primei bare interioare ; *e* — sudarea ultimei bare interioare după întoarcerea plasei cu 180° ; *f* — idem, după întoarcerea plasei cu 180° ; *1—47* — puncte de sudură.

3. Îndoirea plaselor plane în carcase

Această operație se face cu dispozitive de atelier, cu abkanturi de îndoit realizate în ateliere care au lungimea plasei ce se îndoaie sub formă de carcasă (fig. IX.4).

Plasele uzinate livrate de I.S.P.S. — Buzău pot fi tăiate la dimensiuni mai mici. Plasele pot fi tăiate pe ambele direcții.

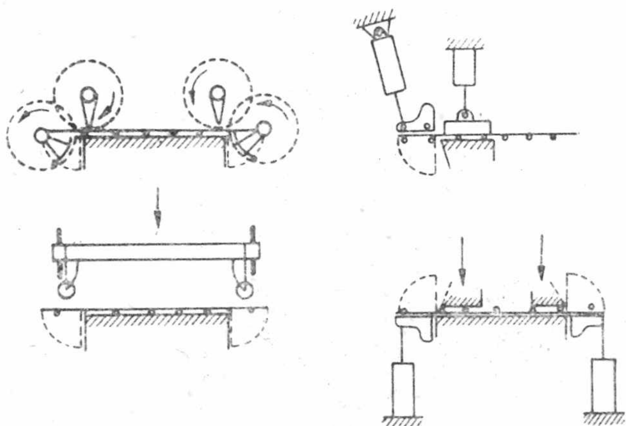


Fig. IX.4. Scheme pentru formarea carcaselor prin rabaterea plaselor plane.

4. Organizarea sudării prin puncte folosind clești de sudură (mașini de sudat suspendate)

Alcătuirea cleștilor de sudură a fost prezentată în cap. V.

În ateliere, cleștii de sudură sînt de regulă suspendați de un monorai sau de o grindă de rulare care permite deplasarea lor la punctul de sudură (fig. IX.5). Ei pot fi folosiți atît la sudarea plaselor sudate, cît și la sudarea carcaselor spațiale (fig. IX.6). Electrozii pot fi drepți sau înclinați, avînd posibilitatea de acces printre bare.

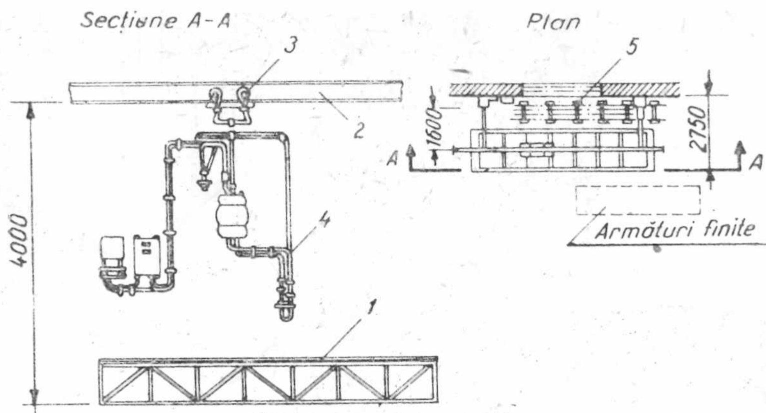


Fig. IX.5. Schemă de organizare a locului de lucru la mașini de sudat suspendate cu clește :

1 — masă suport ; 2 — monorai ; 3 — pisică ; 4 — clește de sudură suspendat ; 5 — stoc de bare.

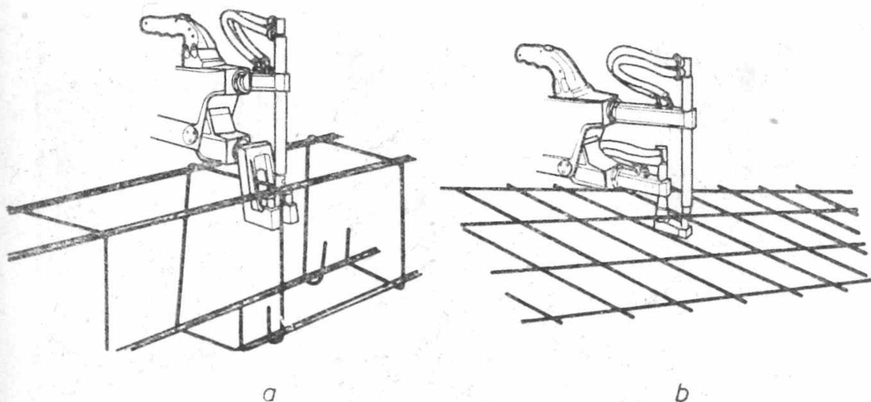
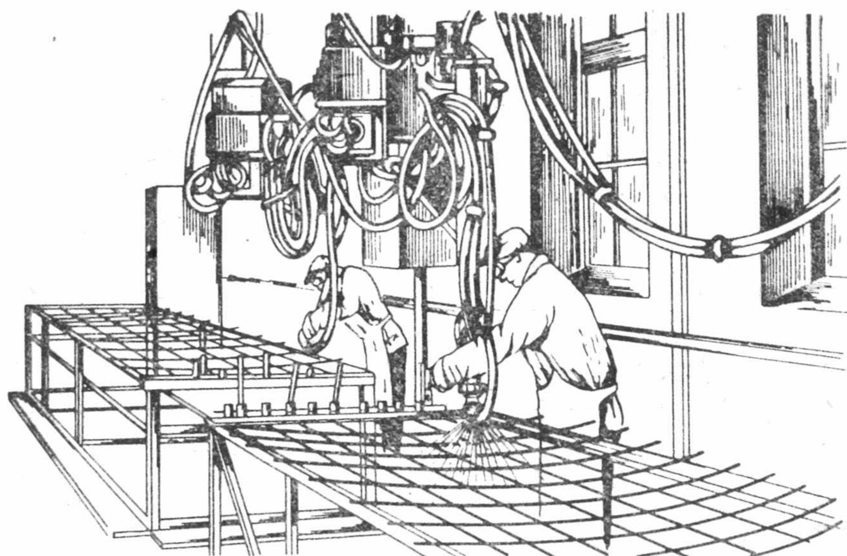


Fig. IX.6. Sudarea cu clește de sudură :

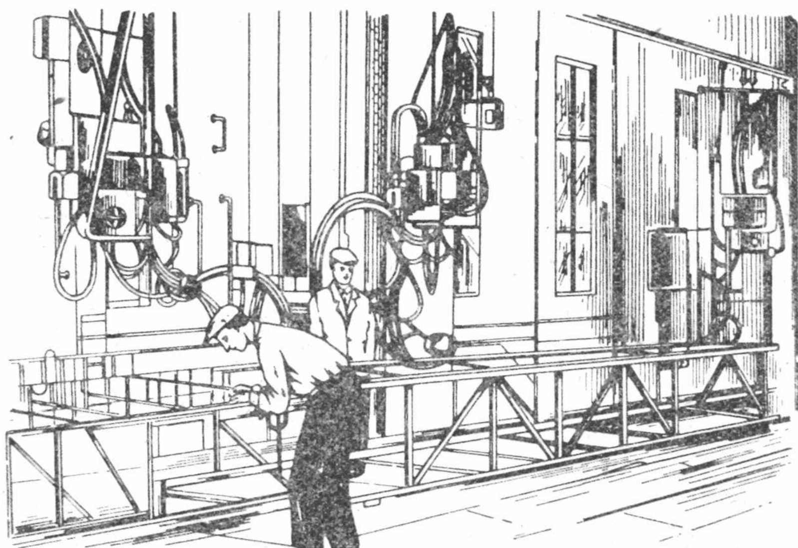
a — sudarea carcaselor ; b — sudarea plaselor.

În figura IX.7 se vede modul de folosire a cleștilor de sudare suspendați, atît la sudarea plaselor cît și la sudarea carcaselor.

Sudarea carcaselor de mare serie se poate executa și pe linii complexe de sudură care asigură accesul la punctele de sudură ale întregii carcase.



a



b

Fig. IX.7. Sudarea cu mașini suspendate (cleşte de sudură) : *a* — sudarea plaselor plane ; *b* — sudarea carcaselor spațiale.

5. Organizarea locului de muncă la sudarea cu arc electric

Modul de executare a sudurii a fost arătat la cap. V.

Pentru executarea sudurilor, în cadrul măsurilor pregătitoare, responsabilul cu sudura face un extras al tipurilor de bare care se sudează și întocmește fișe de sudare unde se indică : diametrul barelor, tipul de oțel, tipul de sudură, dimensiunile sudurii (eclise etc.), electrozii, regimul de sudare (intensitate, polaritate etc.).

Modul de pregătire a armăturilor constă în : tăierea capetelor, teșirea marginilor, curățirea de regulă cu perii metalice, de rugină, de ulei, de zgură, de vopsea sau de diferite impurități.

La locul de sudare trebuie să existe o sursă de curent cu regulator de intensitate (transformator sau generator de curent), aparatură de sudat (portelectrod, cabluri etc.), dispozitive de protecție (mănuși, măști, hote, exhaustoare etc.), dispozitive auxiliare (mese de lucru, panouri și cabine), precum și dispozitive pentru asamblare și sudare.

În figura IX.8 se vede schema unui post de sudură electrică care folosește drept sursă de curent un generator *3*, cu regulator de intensitate pus în mișcare de un motor electric *2*, alimentat de la rețeaua de curent *1* a atelierului sau șantierului. Motorul și generatorul sînt montate pe un cărucior. Cablul *4* conduce curentul la portelectrodul *8*, iar cablul *5* face legătura dintre piesa de sudat *7* și sursa de curent (generatorul). Sudorul ține portelectrodul *8* cu mîna dreaptă, iar în mîna stîngă ține masca *9*. Deasupra mesei se găsește o hotă de ventilație *10*. Sculele se păstrează în sertarele mesei *11*.

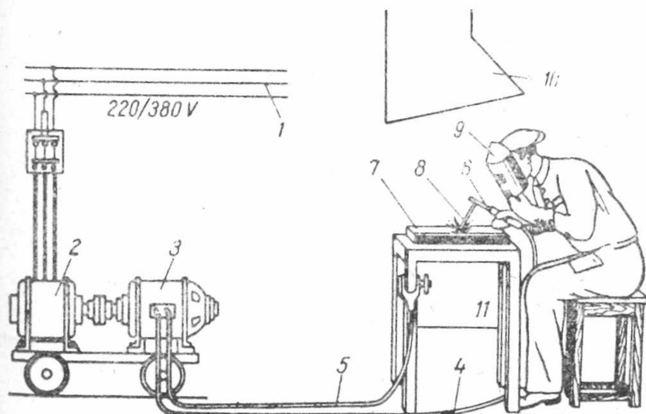


Fig. IX.8. Post de lucru pentru sudură electrică cu curent continuu.

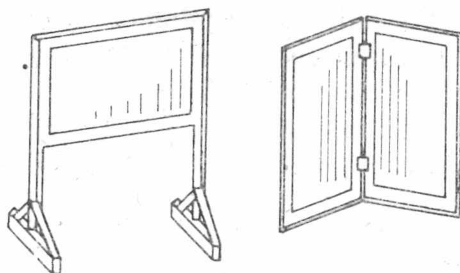


Fig. IX.9. Panouri pentru protecția sudorilor.

a b c

d e

f

Fig. IX.10. Dispozitive de prindere.

În locul generatorului se poate folosi transformatorul de sudură (v. cap. V) cu regulator de intensitate (bobina de reactanță).

Mesele de lucru pot fi fixe, de regulă dreptunghiulare sau turnante cu înălțime reglabilă. Înălțimea meselor corespunde fie poziției sudorului în picioare (0,90 m) fie poziției așezat (pe scaun). Mesele au cutii anexe pentru electrozi și sertare pentru păstrarea uneltelor. Se pot folosi și mese speciale cu exhaustor.

Panourile și cabinele se folosesc pentru protecția contra radiațiilor ; locul de sudură se împrejmuiește cu panouri rabatabile rezistente la foc, sau conductoare de curent cu suprafața mată sau vopsită în culori care nu reflectă radiațiile (fig. IX.9).

Dispozitivele pentru asamblare și fixare se compun de regulă din dispozitive de susținere și conducere (stelaje, mese cu role etc.), dispozitive de ghidare (limitatoare și opritori) și dispozitive de prindere și strîngere (fig. IX.10, *a—f*) care fixează piesele de sudat (bare) la o distanță de cel puțin 10 cm de la capetele sudurii.

B. ATELIERE DE ȘANTIER DE CONFECȚIONAT ARMĂTURI PENTRU BETOANE

1. Generalități

Pentru unificarea tehnologiilor de pregătire a armăturilor în ateliere de șantier s-au întocmit de către Institutul de Proiectări pentru Construcții Industriale (I.P.C.) proiecte tip.

Proiectele întocmite s-au orientat pentru satisfacerea următoarelor cerințe :

1) *Să se mărească productivitatea muncii pe baza unor tehnologii moderne.*

2) *Să se elimine eforturile fizice mari prin folosirea mecanizării, cît mai mult posibil în operațiile de pregătire a armăturilor.*

3) *Atelierul să fie demontabil pentru a se plasa pe cît posibil în centrul de greutate al șantierelor pe care le deservește.*

4) *Capacitatea atelierului este de 1 000 sau de 2 000 t/an.*

Schemele tehnologice ale atelirelor (fig. IX.11) **trebuie să satisfacă următoarele cerințe :**

1) *Introducerea operațiilor de prelucrare în spațiul acoperit.*

2) *Folosirea operațiilor, fără întoarceri și încrucișări, în flux continuu, și înlocuirea operațiilor pe agregate.*

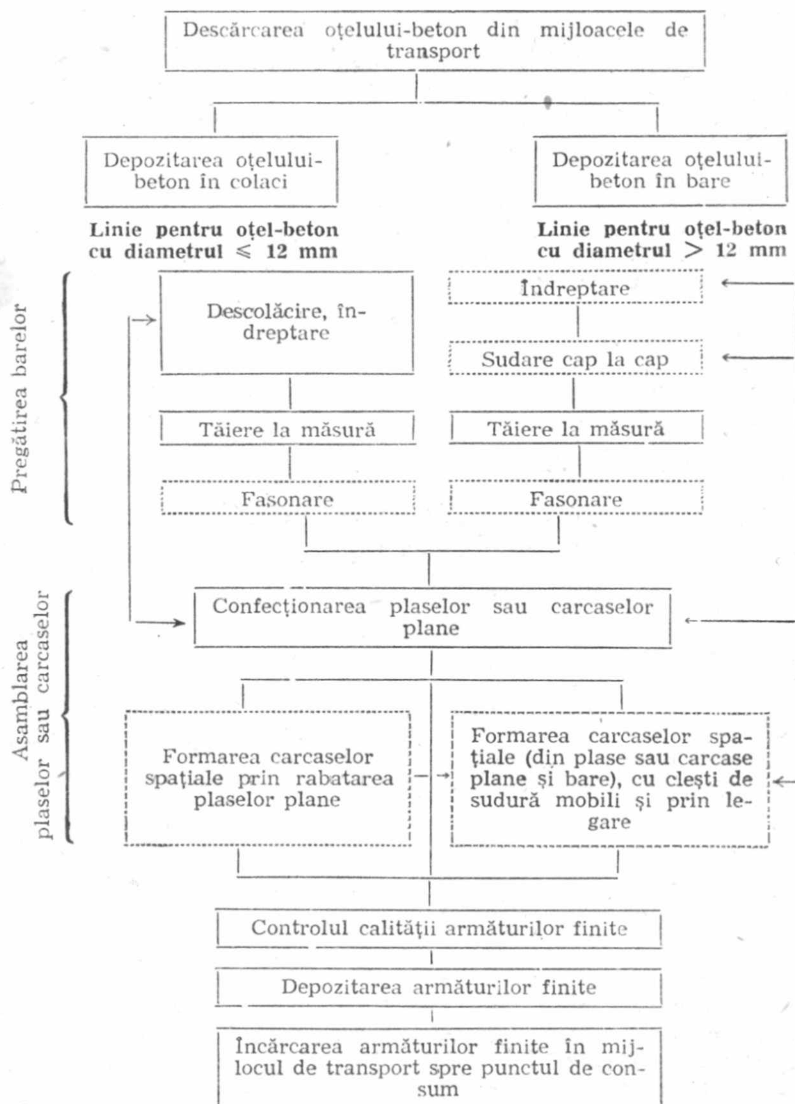


Fig. IX.11. Schema de principiu pentru alcătuirea fluxului tehnologic în atelierele de mică capacitate.

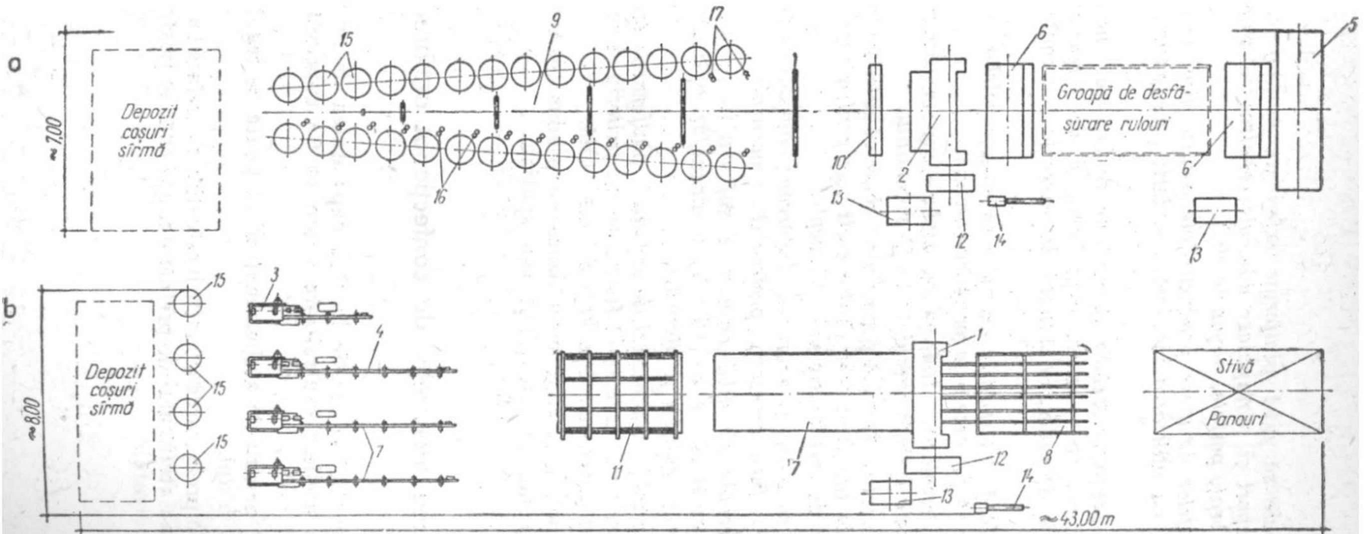


Fig. IX.12. Linii tehnologice pentru confecţionarea plaselor sudate uzinate la I.S.P.S. — Buzău:

a — cu tragerea sîrmei din colaci; *b* — cu bare îndreptate şi tăiate în prealabil; *1* — maşină de sudat plase plane tip GSA-M27/36; *2* — maşină de sudat plase în rulouri tip GSA-H27/36; *3* — maşină de îndreptat şi debitat sîrmă tip RS4 (bare L = 3,00 m); *4* — maşină de îndreptat şi debitat sîrmă tip R3 (bare L=6,00 m); *5* — dispozitiv de roluit tip GSA-AV 27; *6* — foarfecă de tăiat tip BKM 27/36; *7* — masă de alimentare; *8* — masă de evacuare; *9* — dispozitiv de ghidare sîrmă; *10* — dispozitiv de îndreptat; *11* — masă de depozitare bare longitudinale; *12* — masă de depozitare bare transversale; *13* — agregat hidraulic; *14* — dulap comandă; *15* — vîrtelniţe *16* — ghidaj cu role dreapta; *17* — ghidaj cu role stînga.

3) Atelierul trebuie să aibă platforme exterioare amenajate, dotate cu mijloace de transport și manipulare adecvate (electrocare, stivuitoare, macarale mobile cu braț, portale, vagonete etc.).

4) Folosirea utilajelor de mare productivitate pentru linii tehnologice în flux, specializate, cu utilizarea maximă a sudării prin puncte pentru asamblare.

5) Operațiile de pregătire trebuie mecanizate în cel mai înalt grad, începînd de la descărcarea colacilor, depozitarea și debitarea continuă a sîrmelor la mașinile de sudat, la standul de tăiere la lungimile fixe și fasonare.

6) Alimentarea fără întreruperi tehnologice a agregatelor de mare productivitate trebuie să formeze o preocupare specială.

7) Operațiile de descolăcire, îndreptare, sudare cap la cap, fasonare sau sudare prin puncte trebuie executate în flux continuu.

8) Un atelier de șantier de mică capacitate trebuie să aibă posibilitatea de adaptare ușoară la alte linii tehnologice decît cele pentru care au fost proiectate, în funcție de eventualele noi sortimente.

9) Manipularea colacilor (descărcare, încărcare, amplasare pe vîrtelnițe etc.) trebuie să se facă mecanizat, preferabil cu macarale.

10) Depozitele trebuie să aibă capacitate suficientă (pentru deservirea atelierelor cu armătură pe 8—10 zile) și amenajări speciale pentru depozitarea oțelurilor pe calități și diametre.

11) Atelierul de armături, depozitul de armături, platformele exterioare și depozitul de produse finite trebuie să fie pe același teritoriu și să fie deservite de o rețea de drumuri sau de o linie de cale ferată.

Atelierele mari pot avea linii specializate de produs plase sudate uzinate (fig. IX.12) sau carcase plane sau spațiale.

2. Organizarea atelierelor de confecționat armături

Din practica execuției la marile lucrări, capacitatea de prelucrare a oțelului beton în ateliere centralizate poate să fie cuprinsă între 1 000 și 5 000 t/an.

Un amplasament pentru un atelier centralizat poate de regulă dura între 6 luni și max. 5 ani.

Productivitatea la prelucrarea armăturii este direct corelată cu nivelul de dotare a stației sau atelierului de prelucrare, așa cum se poate vedea în figura IX.13.

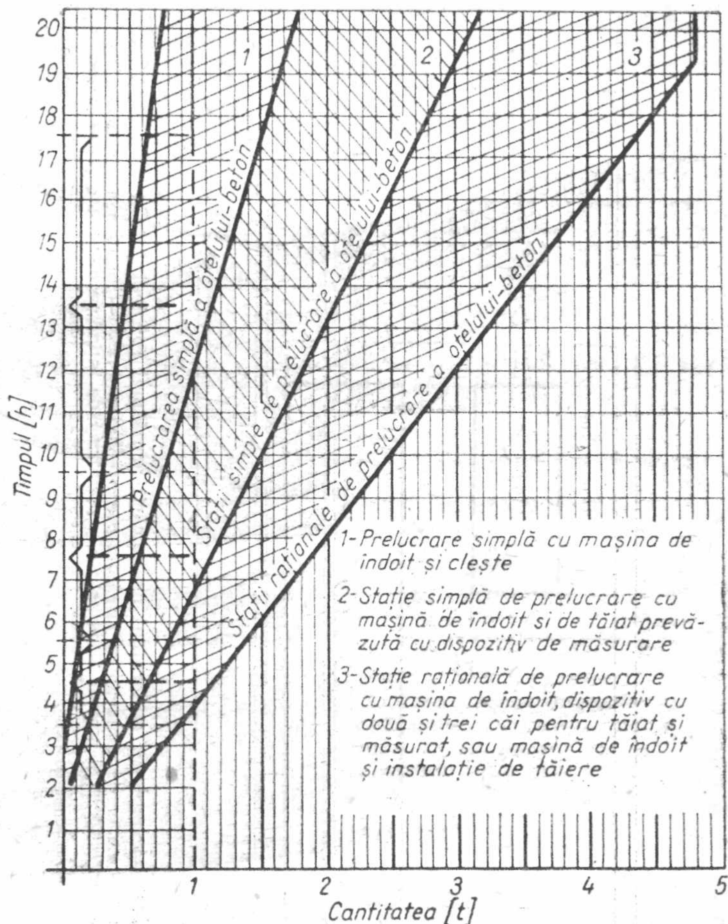


Fig. IX.13. Valori orientative de productivitate ale instalaţiilor de prelucrare a oţelului-beton.

La evaluarea ariilor *1—3* din figura IX.13 s-au avut în vedere diferite instalaţii de prelucrare a oţelului-beton, diferite moduri de îndoire, tăiere, legare, numărul de bucăţi de bare de diferite dimensiuni, calitatea oţelului, lungimea de debitare, formele de îndoire, gradul de dificultate şi capacitatea maşinilor de prelucrare utilizate.

Organizarea de principiu a unui atelier este arătată în figura IX.14. Săgeţile arată variantele de dirijare a armăturilor.

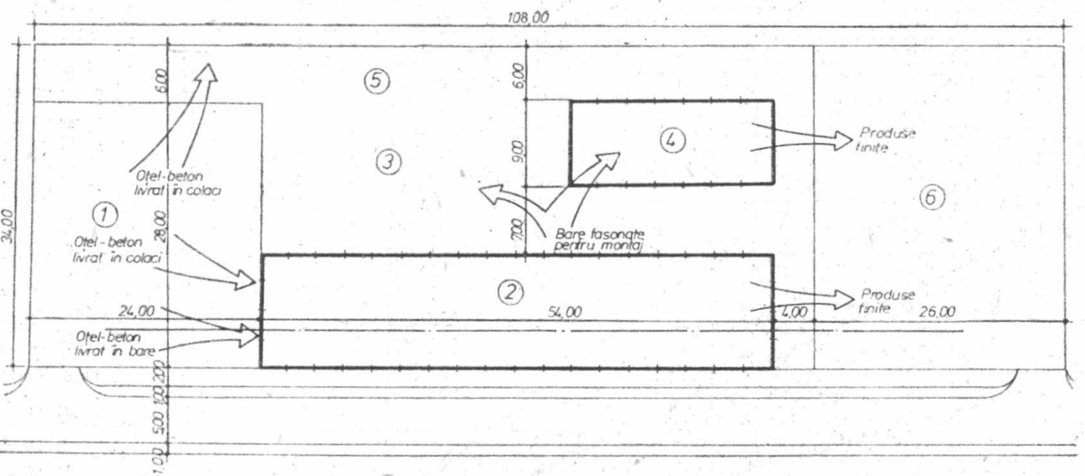


Fig. IX.14. Fluxul tehnologic general al prelucrării armăturii (proiect I.P.C.):

1 — depozit de oțel-beton ; *2* — atelier de confecționat armături pentru betoane ; *3* — platformă exterioară de montaj ; *4* — șopron pentru confecționat și montat armături ; *5* — platformă de întindere oțel-beton ; *6* — depozit de produse finite.

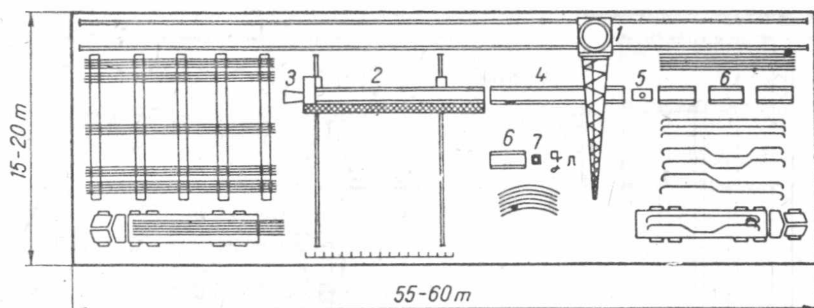


Fig. IX.15. Echiparea unei stații de prelucrare a armăturilor cu capacitatea pînă la 1 500 t/an :

1 — pod rulant ; 2, 3 — mașini mobile de măsurat și tăiat oțel-beton ; 4, 6 — mese cu role libere ; 5, 7 — mașini de fasonat oțel-beton.

Capacitatea de prelucrare se dimensionează după mărimea lucrărilor ce se execută într-un amplasament.

În figura IX.15 se arată schema de principiu a organizării unui atelier cu capacitatea de prelucrare de 1 500 t/an, în figura IX.16 a unui atelier 1 500—3 500 t/an, iar în figura IX.17 a unui atelier de 3 500—5000 t/an.

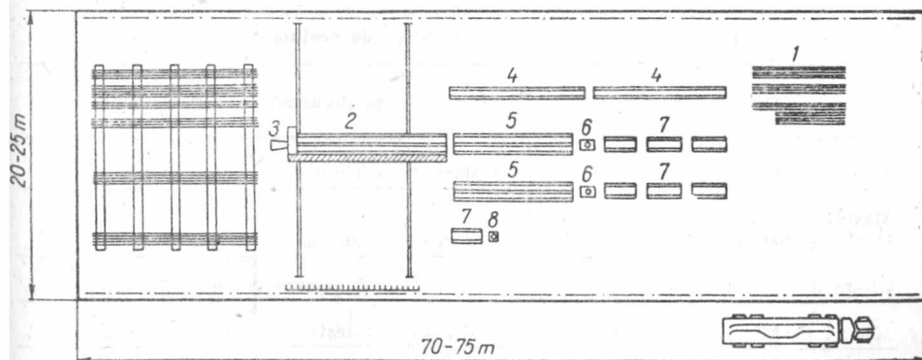


Fig. IX.16. Echiparea unei stații de prelucrare a armăturilor cu capacitatea de 1 500—3 500 t/an :

1 — depozit intermediar ; 2, 3 — mașini mobile de măsurat și tăiat oțel-beton ; 4 — masă cu role acționate ; 5 — masă cu role acționate cuplată cu o masă cu role libere ; 6 — mașină de fasonat oțel-beton ; 7 — masă cu role libere ; 8 — mașină de fasonat oțel-beton.

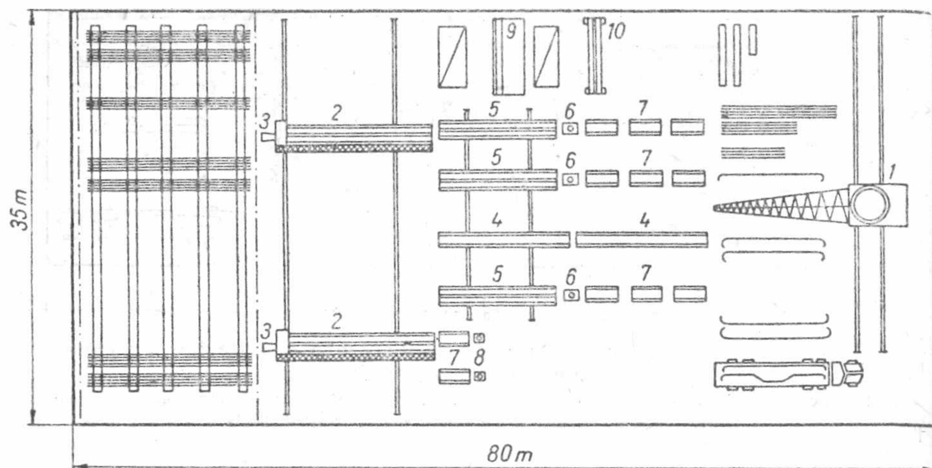


Fig. IX.17. Echiparea unei stații de prelucrare a armăturilor cu capacitatea de 3 500—5 000 t/an :

1 — pod rulant ; *2, 3* — mașini mobile de măsurat și debitat oțel-beton ; *4* — masă cu role acționate ; *5* — masă cu role acționate cuplate cu o masă cu role libere ; *6, 8* — mașini de fasonat oțel-beton ; *7* — masă cu role libere ; *9* — mașină de tăiat plase sudate ; *10* — mașină de îndoit plase sudate.

Pentru dotarea atelierelor se preconizează utilizarea utilajelor și dispozitivelor produse în țară (tabelul IX.1).

Tabelul IX.1. **Utilaje și dispozitive de prelucrat**

Tipul utilajului	Întreprinderea producătoare	Productivitatea
Ștanță manuală de tăiat	„6 Martie" — Timișoara	max. Ø 125
Mașină electrică hidraulică de tăiat oțel-beton	„6 Martie" — Timișoara	max. Ø 42
Clește de tăiat plase sudate	„6 Martie" — Timișoara	max. Ø 12
Mașină de tăiat armătura SBP	I.P.M.P.B. — Pitești	max. Ø 10
Mașină de tăiat plase sudate	„6 Martie" — Timișoara	Viteză 0,5 m/s
Mașină de îndreptat și tăiat	„6 Martie" — Timișoara	1,5 t/h
Mașină de fasonat oțel-beton	„6 Martie" — Timișoara	max. Ø 40 L = 5 050 mm

Tipul utilajului	Întreprinderea producătoare	Productivitatea
Maşină automată de confecţionat etrieri	„6 Martie" — Timişoara	max. Ø 12
Mese cu role libere sau acţionate	Întreprinderea Reparaţii Brăila	
Maşina de sudat prin puncte tip PPU-16 tip PPU-125	Electrotimiş	max. Ø 12 max. Ø 16
Cleşte de sudat suspendat cu transformator înglobat tip PPM-16 tip PPM-40	Electrotimiş	100 puncte/minut 90 puncte/minut
Idem, cu transformator separat tip PPS-80-1 tip PPS-80-2	Electrotimiş	106 puncte/minut 90 puncte/minut

Trebuie remarcat că aceste utilaje sînt susceptibile de îmbunătăţiri permanente şi de automatizări, în special utilajele de fasonat şi sudat, care vor putea fi programate pe bază de cartele.

Capitolul X

OPERAŢII DE MONTARE, TRANSPORT, MANIPULARE ŞI DEPOZITARE

A. MONTAREA ARMĂTURILOR

Armătura din elementele din beton armat pentru a conlucra cît mai bine cu betonul trebuie să realizeze o carcasă spaţială la elementele liniare (grinzi, stîlpi, arce) şi o plasă sau o serie de plase plane la elementele plane (plăci, pereţi).

După cum s-a arătat la capitolele V, VI şi VII, carcasele şi plasele se realizează din ce în ce mai mult prin asamblarea lor cu sudură în puncte la maşini speciale de sudat care asigură o productivitate ridicată prelucrării armăturilor.

Modul de asamblare a plaselor şi carcaselor sudate s-a arătat la cap. V.

Asamblarea acestor tipuri de carcase şi plase se face prin legarea intersecţiilor barelor încrucişate (noduri).

1. Legarea barelor cu sîrmă

Legarea nodurilor se face de regulă cu două fire de sîrmă neagră Ø 1–1,5 mm (livrată conform STAS 889-80). Plasele de sîrmă folosite la plăci şi pereţi se leagă în mod obligatoriu pe întreg conturul pe cel puţin două rînduri de noduri.

Pentru restul intersecţiilor se admite legarea din două în două noduri, în şah, dacă acest lucru este specificat în proiect.

Numărul de legături și felul legăturilor la noduri este în funcție de transport și manipulări.

La stîlpi și grinzi, agrafele și etrierii se leagă cu sîrmă la ciocuri, iar etrierii și punctele de intersecții cu barele longitudinale, obligatoriu la colțuri.

Restul armăturii se leagă de etrieri din 2 în 2 intersecții, în șah. Barele înclinate se leagă de primii etrieri cu care se încrucișează.

Fretele se leagă de toate barele cu care se încrucișează; de asemenea, se leagă de toate barele cu care se încrucișează etrierii înclinați și agrafele înclinate.

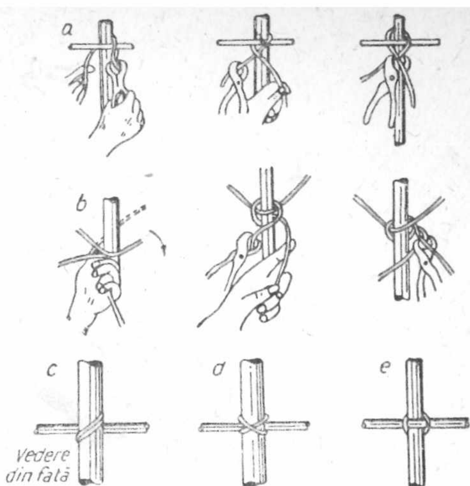


Fig. X.1. Tipuri de legături la încrucișarea barelor de armătură.

a. **Modul de execuție a legăturilor cu sîrme simple.** Nodurile care se execută cu sîrmă sînt: noduri simple (fig. X.1, *a*, *b*, *c*), noduri duble încrucișate (fig. X.1, *d*) și noduri în furcă (fig. X.1, *e*) sau noduri moarte. Sîrmele sînt pregătite pentru legat în mănunchiuri de sîrme scurte și îndoite în formă de U. Prima buclă a nodului se face cu mîna, prin introducerea sîrmelor sub încrucișare; se răsucește mai întîi cu mîna apoi cu cleștele sau patentul.

Pentru a învăța execuția nodurilor trebuie urmărite figurile X.1, *a—e* din care rezultă fazele de execuție; asftel, în figura X.1, *a*, se vede executarea unui nod simplu pentru punctul de încrucișare a două bare în unghi drept (plase și carcase sudate). În figura X.1, *b* se arată modul de executare a unei legături între barele longitudinale și etrieri.

b. **Legarea cu cleme și agrafe cu ochiuri.** Pentru a se mări productivitatea la legarea sîrmei se pot folosi mai multe sisteme din care *cel mai utilizat* este dispozitivul cu cîrlig de răsucit sîrma (fig. X.2), care înlocuiește cleștele patent la operațiile de legare a barelor de oțel-beton.

În acest sistem se folosesc cleme în formă de U din sîrmă neagră (v. fig. X.2), care se îndoaie pe ciocul dispozitivului și apoi prin rotirea dispozitivului se realizează împletirea sîrmei.

Un alt sistem constă din confecționarea la un dispozitiv special, a unor sîrme legate cu ochiuri la capete (agrafe) care apoi se răsucesc cu

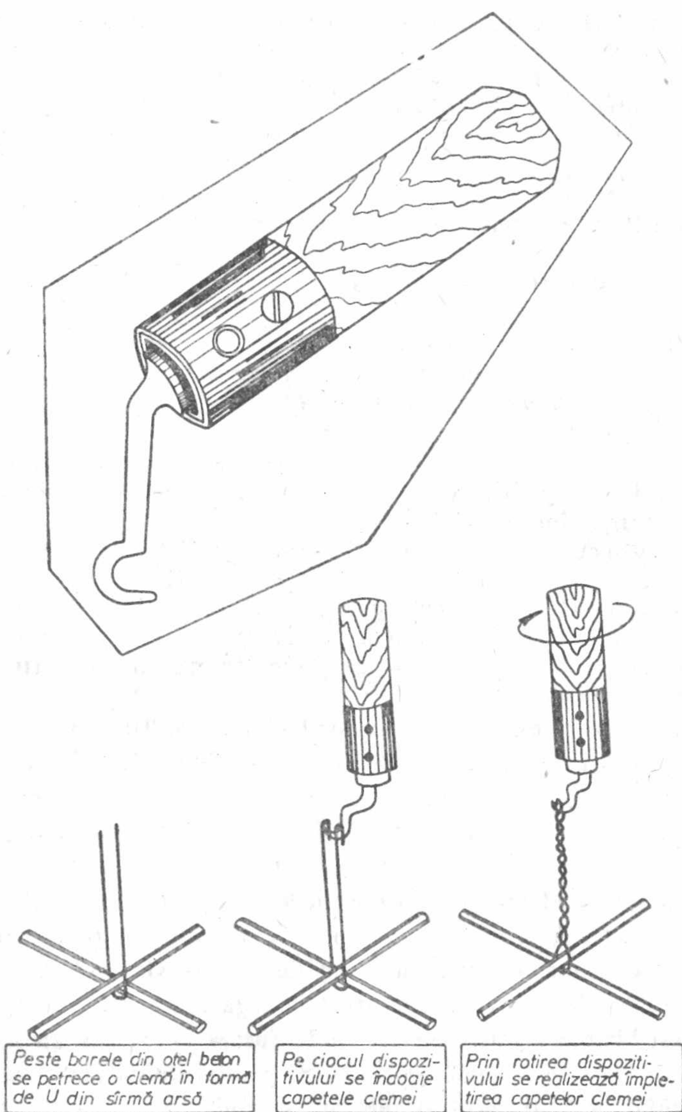


Fig. X.2. Dispozitiv cu cîrlig de răsucit sîrma.

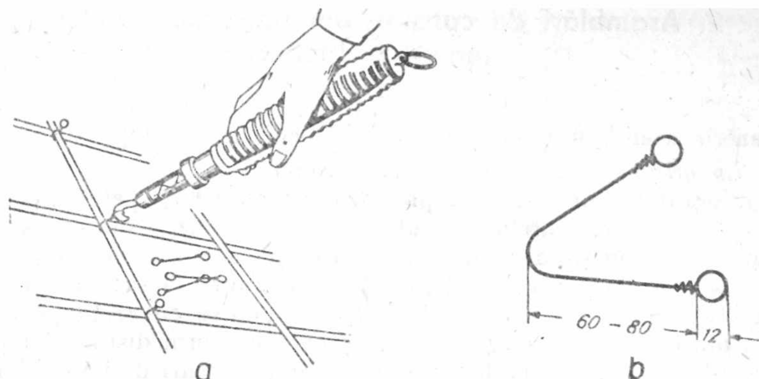


Fig. X.3. Răsurirea agrafelor pentru legat armături :
a — mîner cu cîrlig pentru răsucirea agrafelor ; b — agrafă de sîrmă cu ochiuri pentru legat armături.

dispozitivul de răsucit (cîrlig) cu mîner (fig. X.3) ; cîrligul dispozitivului se introduce în ochiurile agrafei şi prin răsucire se realizează nodul. Capul dispozitivului de răsucit se poate învîrti şi prin simpla tragere a dispozitivului, datorită unor caneluri interioare de ghidaj aflate în interiorul dispozitivului (capul cu cîrlig al mînerului).

În figura X.4 se arată modul de confecţionare a agrafelor (legături cu ochiuri) la un dispozitiv simplu, cu două manivele. Sîrma introdusă în găurile suportului manivelei şi în două cîrlige se răsuceşte formînd cele două ochiuri prin învîrtirea succesivă a manivelelor.

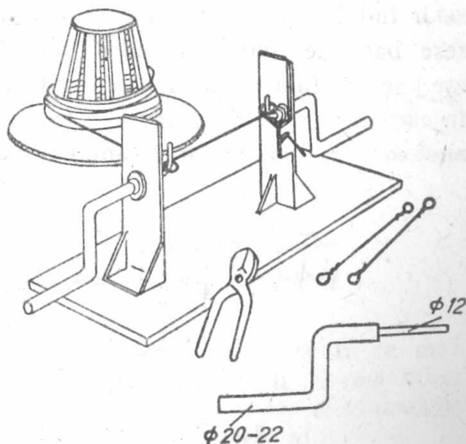


Fig. X.4. Dispozitiv pentru confecţionarea agrafelor cu ochiuri.

2. Asamblări de carcase din bare independente legate în atelier

Pentru asamblarea carcaselor se procedează astfel:

1) *La grinzi și stîlpi de secțiune constantă*: se confecționează capre din oțel-beton îndoit care se amplasează pe o suprafață netedă, de regulă betonată. În locul caprelor se pot folosi suporți de inventar; se așază pe capre sau suporți barele de la partea de jos a grinzii sau de pe latura laterală a stîlpului (în cazul stîlpilor); se introduc circa 1/4 din etrierii din partea centrală a elementului însemnîndu-se cu cretă poziția lor pe una din barele din marginea elementului, conform distanțelor prevăzute în planuri; se începe legarea etrierilor în colțuri de barele longitudinale din partea de jos a grinzii; se introduc barele ridicate și de montaj, precum și barele de la partea superioară, care se prind de primii etrieri închiși dinspre centrul grinzii; se leagă apoi etrierii de barele de montaj de la partea centrală a grinzii; în final se introduc etrierii de la capăt care se leagă de barele longitudinale (fig. X.5) conform planurilor.

2) *La grinzi de secțiune variabilă cu vute*: se procedează ca la stîlpii și grinzile de secțiune constantă cu deosebirea că etrierii se introduc toți de la început în partea centrală a grinzii, întrucît au dimensiuni variabile și nu mai pot fi introduși ulterior pe la capetele grinzii (după ce s-a început legarea barelor longitudinale de etrierii din partea centrală).

3) *Execuția carcaselor (legate) pe șabloane*: pentru realizarea carcaselor îndoite, prin legarea barelor independente, în special cînd se folosesc bare de diametru mare (la construcții masive: poduri, baraje etc.) se pot folosi șabloane alcătuite din suporți și scînduri puse pe cant în care se crestează la distanțe egale locul de poziționare a barelor care apoi se leagă de intersecții (noduri). Suporții pot avea și console și rafturi

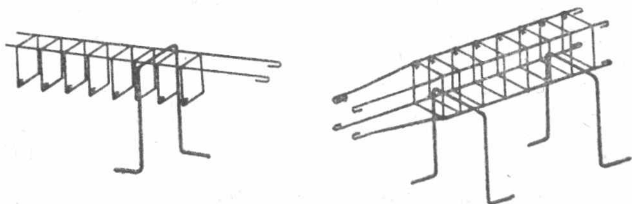
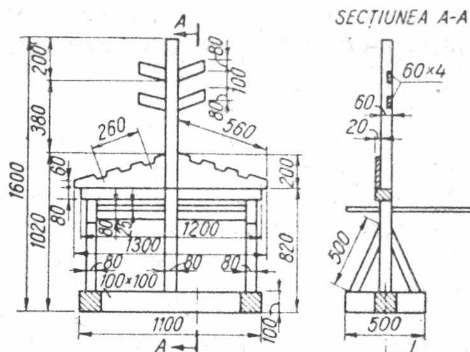
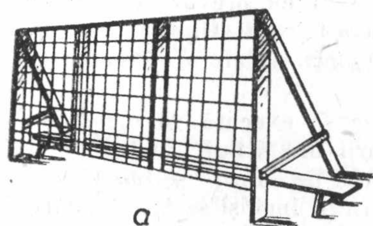


Fig. X.5. Montarea la banc a unei carcase.





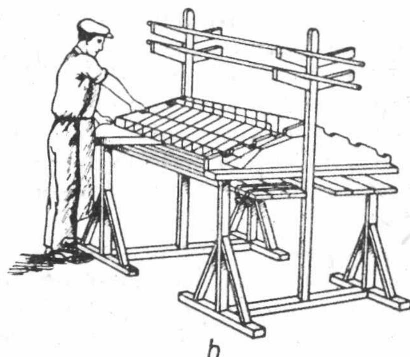


Fig. X.6. Dispozitive de asamblat plase și carcase :
a — șablon pentru plase mari ; *b* — șablon tip banc.

pentru așezarea barelor nervurilor, care se folosesc la alcătuirea carcaselor (fig. X.6).

Organizarea lucrului pentru asamblarea carcaselor se face de regulă cu respectarea unei tehnologii optime (care fixează ordinea operațiilor, în funcție de numărul șabloanelor și numărul fierarilor betoniști disponibili).

3. Montarea armăturii legate direct în cofraj

Montarea armăturii direct în cofraj se practică din ce în ce mai puțin datorită consumului mare de manoperă, totuși la livrări mici, cînd nu se dispune de armătura confecționată în ateliere, se mai utilizează și acest procedeu de montare a armăturii în cofraj.

Înainte de începerea operațiilor de montare a armăturilor se curăță cofrajele. Curățirea cofrajului se face prin spălarea cu furtunul, măturare sau curățire cu aer comprimat.

Preocuparea principală a fierarului betonist trebuie să se îndrepte spre poziționarea corectă a armăturii prin mijloace sigure, pentru a se asigura acoperirea cu beton care conferă armăturii durabilitate, iar elementului siguranță și fiabilitate în exploatare.

a. **Armarea fundațiilor.** Această operație se execută în următoarea ordine : se fasonează barele ; se curăță stratul de beton de egalizare ; se așază armătura în poziția prevăzută în proiect ; se poziționează puricii, avînd dimensiunea care să asigure acoperirea cu beton (care este mai mare decît la celelalte elemente) ; se leagă armătura.

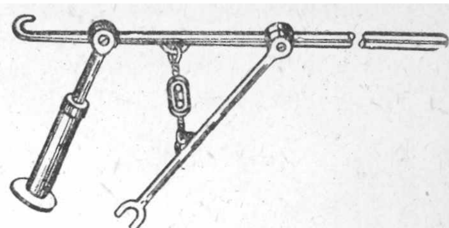
b. **Armarea stîlpilor.** Această operație se execută în următoarea ordine : se introduc întîi etrierii peste mustățile lăsate din fundație sau din stîlpul inferior ; se introduc barele longitudinale care se leagă de mustăți și se trasează cu cretă pe o bară longitudinală poziția etrierilor ; se leagă etrierii începînd de sus în jos la distanțele prevăzute în proiect (conform indicațiilor anterioare) ; se montează cofrajul stîlpului ; carcasele stîlpului se poziționează cu distanțieri circulari, agrafe și sîrme cu care se leagă de cofraj.

c. **Armarea grinzilor.** Această operație se execută în următoarea ordine : se termină cu montarea armăturii din stîlpii de la capetele grinzii ; se trasează poziția etrierilor cu creta pe cofraj ; se poziționează etrierii pe cofraj, în dreptul semnelor ; etrierii închiși se lasă cu latura de sus deschisă ; se introduc barele drepte de la partea de jos, se leagă cu sîrmă în poziție corectă, de etrieri ; se introduc distanțieri în fundul cofrajului ; se introduc barele ridicate și de montaj ; se închid etrierii și se leagă ; se montează distanțieri laterali pentru asigurarea acoperirii cu beton.

d. **Armătura pereților plani sau curbi, verticali sau înclinați.** Se montează după ce s-a executat cofrajul unei fețe a peretelui; se trasează pe cofraj poziția barelor verticale și orizontale care formează fie o plasă legată, fie două plase legate (după planurile de armare) ; se începe cu un grup de bare verticale, de regulă de la margini de care se leagă barele orizontale, după care se continuă cu barele verticale și în cele din urmă se montează cele orizontale. Poziția barelor se fixează de cofraj cu cuie ; se montează distanțierii din material plastic (sau sîrme rigide îndoite, cu capete din material plastic) ; se montează al doilea perete al cofrajului și se verifică poziția armăturilor.

e. **Armarea plăcilor orizontale.** Această operație se execută în următoarea ordine : se trasează cu creta poziția barelor ; se montează barele drepte, de regulă alternate cu bare ridicate gata fasonate ($\varnothing < 12$)

sau cu bare care urmează a fi îndoite (ridicate) direct pe cofraj cu o cheie specială sau cu un dispozitiv special (fig. X.7), prinzînd bara în cîrligul furcii; îndoirea barelor direct pe cofraj este precedată de însemnarea cu creta a punctelor superioare și inferioare a barelor care se îndoaie; se așază barele de repartiție de la partea inferioară și superioară (bare de montaj) și se leagă cu sîrmă; dacă apare necesar, se montează călăreții; în cazul armării pe două direcții (încrucișat) se procedează în mod similar.


Fig. X.7. Dispozitiv reglabil pentru îndoirea barelor ridicate în plăci.

4. Montarea plaselor sudate uzinate și a carcaselor sudate și legate

a. **Montarea plaselor.** Plasele sudate uzinate sînt transportate în condiții speciale. În prealabil plasele sînt depozitate pe platforma de lucru, pe indicative, în ordinea în care se vor monta.

Înainte de punerea în operă se verifică de șeful brigăzii de fierari betoniști dimensiunile și tipul plasei conform proiectului, se resudează, cu dispozitivul de sudat pe o singură parte, nodurile slabe sau desfăcute (conform prevederilor, deoarece în unele cazuri se admit și noduri nesudate) și se fac celelalte operații tehnologice (tăieri, decupări, legări de bare etc.) dacă tehnologia de punere în operă prevede că aceste operații se fac la șantier și nu la ateliere.

Se poate practica procedeul de montare la sol pe un cadru metalic a întregii armături a unui planșeu, plasele de la partea superioară fiind menținute în această poziție cu distanțieri montați și ei la sol. Prin această tehnologie nu se imobilizează cofrajul pentru montarea plaselor (fig. X.8 și X.9).

Distanțierii sînt de tipul celor arătați în cap. III (la partea superioară se admit distanțieri din oțel-beton).

Pentru corecta poziționare a plaselor și asigurarea petrecerilor de îmbinare (v. cap. VII) pe cofraj, sau pe platforma de montaj, se trasează cu creta poziția plaselor și indicativul lor conform proiectului.

Pentru plasele de la partea superioară se poate utiliza altă culoare de cretă.

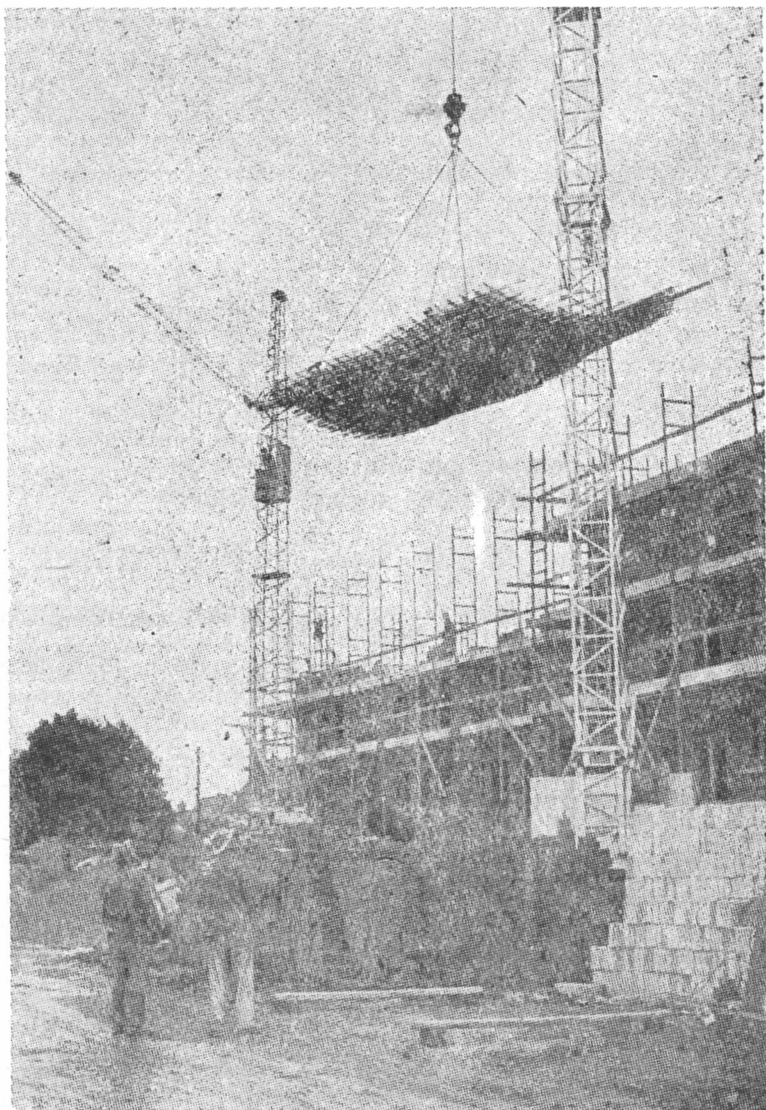


Fig. X.8. Ridicarea plaselor pe obiect cu macaraua.



Fig. X.9. Montarea plaselor la sol.

Plasele care se montează vor fi etichetate cu indicativele din proiect, indicative ce trebuie scrise și pe cofraj.

La montarea plaselor, foarte importantă este asigurarea acoperirii cu beton și a înnădirilor prin petrecere.

Pentru montarea plaselor pot fi luate în considerare și alte tehnologii care măresc productivitatea muncii la punerea în operă, ca de exemplu riparea plaselor, care sînt prinse cu mijloace speciale de agățare pentru ripare (tîrîre), chiar direct din mijlocul de transport, procedeu ce poate fi folosit la pardoseli, la pistele aeroporturilor etc.

Se pot utiliza și plase în rulouri care se montează direct prin derulare și se prind cu cuie de cofraj, asigurînd acoperirea cu beton prin distanțieri din material plastic.

b. **Montarea carcaselor.** Prin carcase sudate se înțeleg atît carcasele plane sudate care ocupă diferite poziții în secțiunea transversală a grinzilor (fig. X.10), cît și carcasele îndoite fie din carcase plane sudate ca atare, fie din plase plane obținute prin tăierea lor din plase uzinate (v. cap. VIII).

De asemenea, tot denumirea de carcasă (legată) o are și armătura elementelor liniare (grinzi, stîlpi, porțiuni de arce) din bare indepen-

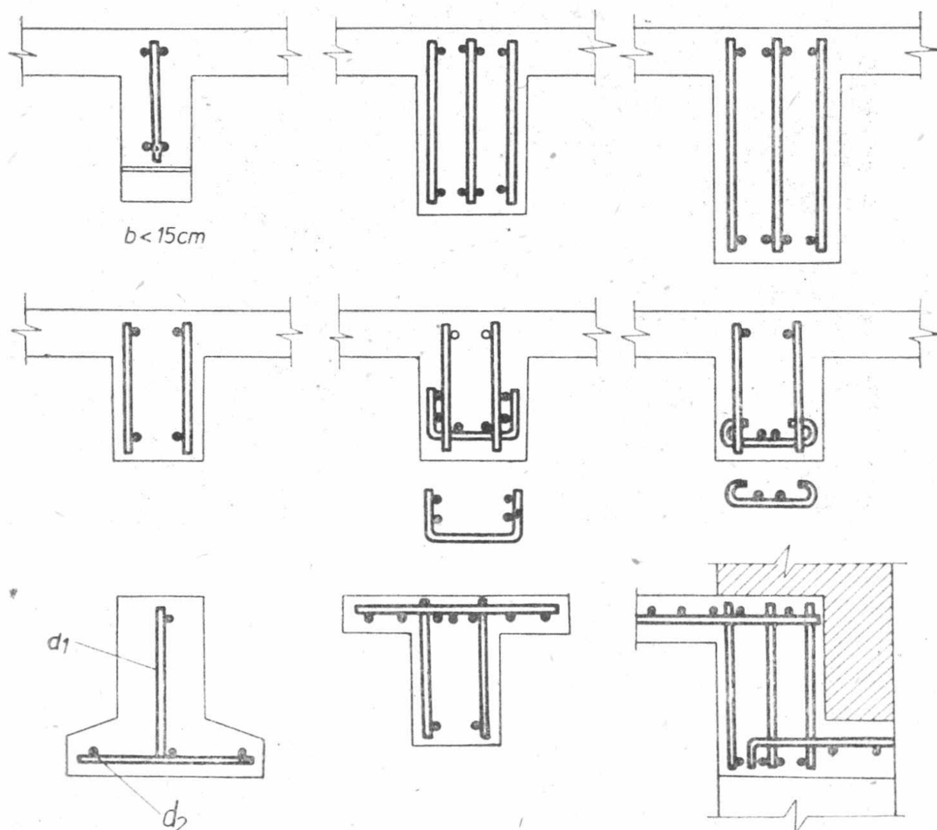


Fig. X.10. Exemple de carcase sudate pentru grinzi.

dente, cu sau fără utilizarea de carcase sudate, care sînt gata montate într-o carcasă spațială a întregului element.

Montarea carcaselor legate se face conform indicațiilor arătate la paragraful C, 3 din acest capitol și al exemplificărilor de la cap. VIII.

Greutatea și dimensiunile carcaselor pentru întregul element sînt limitate de mijloacele de manipulare și transport.

Manipularea lor se face cu grinzi rigide și cadre care au un număr de prinderi suficiente pentru a nu deforma carcasa spațială.

Dacă nu se dispune de mijloace speciale, greutatea lor nu trebuie să depășească de regulă 100—120 kg.

În cazul utilizării carcaselor spațiale gata montate, cofrajul trebuie numai parțial montat. Se lasă nemontate panourile pe unde se introduc carcasele spațiale. În acest scop, șeful de șantier împreună cu șeful echipei de fierari betoniști și dulgheri stabilesc fazele de montare și modul de încheiere a cofrajului.

Carcasele aduse din atelierul de șantier la obiectul care urmează a fi executat nu se montează direct în anumite situații impuse de tehnologie.

De regulă carcasele se depozitează pe indicative, în ordinea în care vor fi montate pe platforma de lucru, folosind stelaje de inventar (capre) sau stelaje din oțel-beton gros. Înainte de montare se verifică toate cotele conform proiectului și li se montează distanțierii din material plastic atît cei din fundul cofrajului (la grinzi), cît și cei pentru armătura laterală, dacă tipul de distanțier folosit permite această operație ; în caz contrar se iau măsuri pentru poziționarea distanțierilor pe cofraj (înainte de montare sau chiar în cursul montării).

Montarea în cofraj se poate face atît pe direcție verticală, cît și pe cea laterală, după tehnologia care a fost fixată de șeful de șantier.

c. **Protecția muncii.** În vederea prevenirii accidentelor la manipulare, transport, la operațiile de încărcare, descărcare și montaj se vor respecta prevederile „Normelor de protecția muncii" aprobate prin ordinul nr. 566/1968 și modificate prin Ordinul Ministerului Construcțiilor Industriale nr. 32/N din 4.10.1975.

La încărcarea și descărcarea carcaselor se vor respecta dispozițiilor cuprinse în cap. V al normelor, precum și prevederile cuprinse în cap. V privind mașini și mecanisme de ridicat și dispozitive auxiliare.

Efectuarea transporturilor se va face conform prevederilor din norme, cap. XXII, iar lucrările de montaj conform cap. XIII.

Prevederile normelor nu sînt limitative și pot fi completate în funcție de situația locală sau de condițiile speciale.

B. ABATERI ȘI TOLERANȚE ADMISIBILE PENTRU ARMĂTURILE GATA MONTATE

În STAS 6657/1-76. *Elemente prefabricate din beton armat și beton precomprimat. Condiții generale*, se dau toleranțele și clasele de precizie pentru execuția elementelor, tiparelor, cofrajelor etc.

În STAS 7721-67. *Tipare metalice pentru elemente prefabricate de beton* se indică abaterile de formă, dimensiuni și toleranțe pe clase de precizie etc.

Proiectele arată clasele de precizie cerute și dau sau prevăd toleranțele care trebuie respectate.

În lipsa precizărilor din proiect, aceste elemente trebuie stabilite la execuție. Abaterile se referă la:

— lățimea, înălțimea și lungimea elementului.

— abaterile de rectiliniaritate a muchiilor, planeitate, paralelism (aceste abateri sînt în jur de 6—10 mm).

Pentru armături aceste abateri se referă la poziția armăturii, pe lățimea elementului (+10 mm), pe înălțime (+5—10 mm), în lungul elementului (+10—20 mm), la lungimea mustăților, la poziția pieselor metalice, a urechilor (unde se admit abateri mai mari) etc. Aceste abateri sînt precizate și în condițiile tehnice ale normativelor pentru executarea lucrărilor din beton armat și beton precomprimat (C. 140-85 și C. 21-77), (tabelul X.1).

Tabelul X.1. **Abateri limită admise la executarea și montarea armăturilor**

Tipul abaterii sau toleranței admise față de proiect	Abaterea limită sau toleranța admisă
Abateri limită la dimensiunile segmentelor barei fasonate și la lungimea totală a acesteia, în mm:	
— pînă la 1 m	± 5
— de la 1 — 10 m	±20
— de la 10 m	±50
Abateri limită la lungimea de petrecere a barelor în cazul înnădirilor prin suprapunere	$\pm 3d$
Abateri limită la poziția înnădirilor, în mm	±50

Tehnologiile, dispozitivele și utilajele pentru execuția operațiilor de descolăcire, îndreptare, tăiere, fasonare, formarea fasciculelor, precum și operațiile de pretensionare au fost arătate în cap. V și VI ale

lucrării. S-a arătat de asemenea modul de pregătire a fabricației (întocmirea fișei de debitare, fasonare etc.).

În acest capitol se vor prezenta unele aspecte ale organizării lucrului și a locului de muncă, modul de organizare a unor ateliere de șantier, modul de transport, manipulare și montaj a armăturilor fasonate.

Execuția lucrărilor de armături din **bare independente** pînă la punerea lor în operă comportă o serie de operații și faze, care în principiu sînt următoarele:

1) *Transportul oțelului-beton.*
2) *Descărcarea oțelului-beton din mijloacele de transport.*
3) *Depozitarea pe calități de oțel, diametre, loturi, conform prevederilor (v. cap. III).*
4) *Descolăcirea și îndreptarea.*
5) *Tăierea și sudarea cap la cap sau înnădirea cu manșoane.*
6) *Fasonarea și gruparea pe elemente, mărci etc.*
7) *Confecționarea carcaselor, plaselor, fasciculelor sau legăturilor de bare fasonate.*
8) *Controlul calității.*
9) *Depozitarea armăturilor finite.*
10) *Încărcarea armăturilor finite în mijloace de transport și transportul la punctul de lucru.*
11) *Descărcarea și manipularea pentru punerea în operă.*
12) *Completarea lucrărilor de montaj în operă (legare, sudare, îndoire, pozarea puricilor și distanțierilor etc.).*
13) *Verificarea operațiilor de montaj.*
14) *Betonarea elementului.*

Dacă în loc de bare independente se folosesc **plase uzinate** livrate de I.S.P.S. — Buzău, operațiile necesare executării armăturilor sînt mult simplificate, constînd din:

1) *Transportul plaselor sudate (plane și în rulouri) pînă la punctul de lucru.*
2) *Descărcarea și manipularea pentru punerea în operă (sau pe platforma de lucru).*
3) *Completarea lucrărilor de montaj în operă sau pe platforma de lucru (decupări, bordări la marginile golurilor, retușări de noduri desfăcute sau slabe, îndesiri de bare, legări de bare independente, îndoiri de plase, pozări de purici și distanțieri etc.).*
4) *Verificarea operațiilor de montaj.*
5) *Betonarea elementului.*

Dacă plasele sudate uzinate se folosesc la confecționarea carcaselor prin rabatarea lor (îndoirea lor conform proiectului), plasele uzinate se transportă la atelierul de armături, se depozitează pe platforme exte-

rioare și apoi se execută operațiile pregătitoare (tăieri, decupări etc.) după care se îndoaie cu dispozitive speciale de îndoit plase de diferite lungimi.

C. MANIPULAREA, TRANSPORTUL ȘI DEPOZITAREA ARMĂTURILOR

Pentru manipularea, transportul și depozitarea oțelului-beton sînt întocmite de I.C.C.P.D.C. — INCERC fișe tehnologice care prezintă circuitele și mijloacele de manipulare—transport, dispozitivele de manipulare, manipularea colacilor, modul de depozitare, formația de lucru, consumul de muncă, costul, eficiența economică, protecția muncii. Regulile generale de depozitare a oțelului-beton au fost arătate la cap. III.

1. Manipularea transportul și depozitarea oțelului-beton în colaci (fișa tehnologică F. 05)

Pentru manipularea mecanizată, colacii se compactează cu 4 legături suficient de strînse. Pentru manipularea propriu-zisă se folosește dispozitivul din figura X.11, grinda cu cîrlige și cablul cu ocheți de 4 m care se trece prin colaci. În atelierele centralizate descărcările și încărcările se fac cu macarale turn de tip MT 40, MT 110 M, MTA 125 etc.

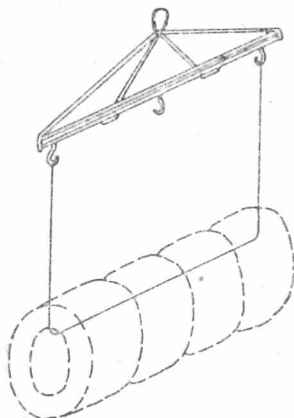


Fig. X.11. Grindă cu cîrlig și cablu cu ocheți.

Transportul la atelier se face cu autocamioane de producție românească (Bucegi, Carpați, DAC, Roman), remorci tip RM-2 sau semiremorci joase tip RA. Transportul pe calea ferată se poate face paletizat sau conteinerizat, conform unor condiții speciale.

Transportul în interiorul depozitului se face cu motostivuitoare cu cîrlige. La atelierul de șantier operațiile de încărcare, descărcare și manipulare se pot face cu macaraua hidraulică de pe autocamion sau

remorcă, cu automacaraua obişnuită, cu macaraua Pioner sau macaraua de planşeu (la punerea în operă).

Depozitarea pe termen scurt se face în depozite descoperite. Colacii se aşază vertical sau uşor înclinaţi, dar nu direct pe pămînt.

2. **Manipularea, transportul şi depozitarea oţelului-beton în bare** (fişa tehnologică F.06)

Oţelului-beton în bare ∅ 12—40 mm) se livrează fără legături sau cu legături în *„unităţi de încărcătură"* de 1 000 la 2 500 kg, prevăzute cu cîte trei legături de solidarizare din oţel-beton şi două legături de manevră cu ochet (fig. X.12).

Pentru manipulare se folosesc dispozitive anexe: grindă, ocheţi, scoabe de prindere şi cabluri. La încărcături foarte mari se folosesc în plus springuri (şufe) din cablu ∅ 16 manşonate, de 3 m, care înconjoară de două ori legătura de bare (fig. X.13). Cîrligele grinzilor se introduc în ocheţi.

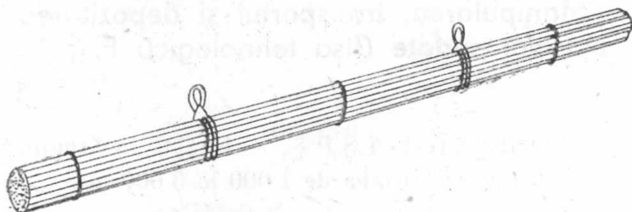


Fig. X.12. Legătură de bare.

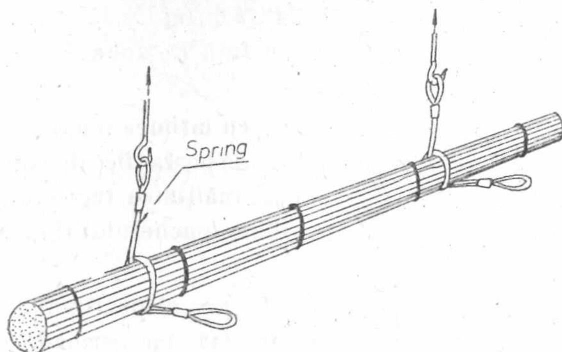


Fig. X.13. Springuri pentru prinderea legăturilor.

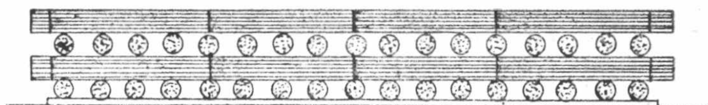


Fig. X.14. Depozitarea barelor pentru a fi ușor manipulate.

Încărcăturile mari se depozitează pe rînduri perpendiculare cu interspații pentru introducerea springurilor (fig. X.14).

Operațiile de încărcare-descărcare se fac de regulă cu o automacara de capacitate convenabilă (AM-5). Consumul de manoperă și costul sînt reduse la jumătate față de oțelul livrat în colaci.

La șantier, depozitarea se poate face provizoriu pe traverse metalice sau de lemn și pe capre din oțel-beton.

3. **Manipularea, transportul și depozitarea plaselor sudate** (fișa tehnologică F. 07)

Plasele uzinate fabricate la I.S.P.S. — Buzău au lungimea cuprinsă între 2 000 și 7 000 mm și lățimea de 1 000 la 3 000 mm.

Plasele se livrează în pachete de cel mult 50 bucăți, fără a depăși masa de 2 000 kg, fiind prevăzute cu legături de manevră (4 sau 6 buc.) din sîrmă laminată OL 32 sau OL 34 ∅ 6 (fig. X.15). În pachete plasele pot fi așezate una peste alta față în față (a doua răsturnată), astfel ca linia nodurilor să fie verticală.

În vagoane se pot transporta plase cu lățimea maximă de 2 700 mm. În mijloacele auto, plasele se pot transporta fie în camioane, fie în remorci joase cu țepuși fără a depăși înălțimea țepușilor sau a obloanelor mai mult cu o treime din grosimea pachetului (fig. X.16). Plasele trebuie legate.

Manipularea pachetelor de plase se face cu dispozitivul din figura X.17. Modul de depozitare s-a arătat la cap. III, iar perioada de depozitare va fi cît mai scurtă.

L ≤ 3500 mm

l

L = 3500...7000 mm

l

Sîrmă laminată Φ 6

Bare longitudinale

Sîrmă laminată Φ 6

Fig. X.15. Legarea plaselor.

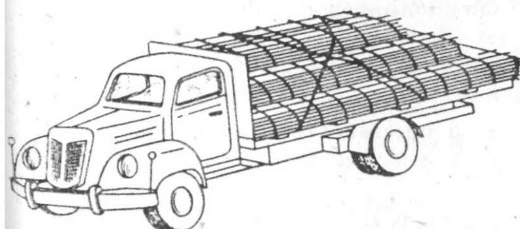


Fig. X.16. Așezarea plaselor în mijlocul de transport.

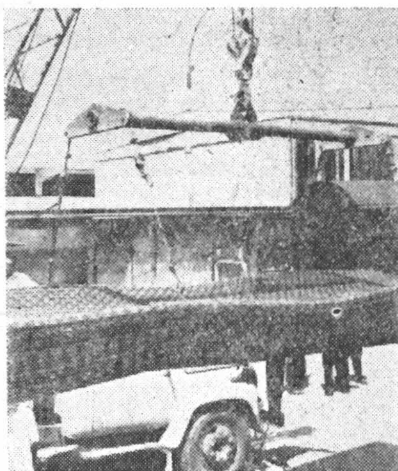


Fig. X.17. Dispozitiv pentru manipularea pachetelor de plase sudate.

4. Manipularea, transportul și depozitarea armăturii fasonate

a. **Armătura fasonată ca bare individuale.** Aceasta se așază pe grupe de bare, pe tipuri de oțeluri, elemente și mărci de oțeluri, etichetîndu-se. Pentru manipulări, barele fasonate se leagă în aceleași condiții ca la armătura livrată în bare (v. § C, 2).

Etichetele trebuie să conțină elementele de pe fișa de debitare-fasonare: obiectivul (clădirea), indicativul elementului, marca barelor, numărul barelor pe fiecare element și eventual numărul elementelor din beton armat pentru care sînt fasonate barele din legătura etichetată.

De regulă legăturile conțin o singură marcă pentru mai multe elemente similare.

Etrierii se leagă separat pentru grinzi și separat pentru stîlpi și se etichetează după aceleași criterii ca și barele fasonate.

Greutatea legăturilor este în funcție de gradul de mecanizare a atelierului și a șantierului.

Pentru atelierele cu mijloace de ridicat reduse, legăturile nu depășesc 100–120 kg, pentru a putea fi manipulate de către doi muncitori.

Pachetele de bare fasonate și etrierii se depozitează în ordinea în care se vor livra la șantier (fundații, stîlpi, grinzi), într-o zonă specială a atelierului sau pe platforme exterioare precizate prin schema fluxului tehnologic din proiectul de organizare a atelierului de armături.

Manipulările în cadrul atelierului se fac pe linia fluxului tehnologic, fie manual pe rolganguri, cu mijloace de transport la sol (vagoneți, electrostivuitoare, mese inerțiale) sau cu mijloace de ridicat și transportat etc. de care dispune atelierul.

Mijloacele de transport a produselor finite sînt de regulă semiremorci special amenajate (cu stelaje, palete, țepuși, obloane etc.).

b. **Armătura fasonată cu plase și carcase sudate.** Aceasta se confecționează pe linii tehnologice specializate cu un flux tehnologic bine precizat.

În cazul atelierelor mici se organizează puncte de lucru pentru sudat plase de deschideri mici, care apoi se folosesc fie ca plase plane, fie la confecționarea carcaselor. Pentru carcase se pot organiza puncte de lucru speciale în cadrul atelierului.

Depozitarea plaselor și carcaselor se face cu respectarea regulilor arătate la cap. III.

La punctul de execuție a carcaselor unde se folosesc elemente fasonate în prealabil, bare, etrieri etc. se organizează un anumit flux de producție depozitîndu-se lîngă locul de lucru de o parte elementele

care se folosesc la asamblarea carcaselor și de partea opusă carcasele gata executate.

Zona de depozitare se dimensionează în funcție de capacitatea atelierului, ea neputînd depăși producția atelierului pe 3—10 zile.

În timpul manipulărilor trebuie să se folosească dispozitive care să asigure nedeformabilitatea elementelor fasonate (grinzi de ridicat multiple, cadre plane metalice etc.). Utilajele și dispozitivele din atelierele mari sînt: grinzi rulante, autostivuitoare, electropalane, monoraiuri, electrocare, mese cu role (rolganguri), grinzi de ridicat, scoabe, colțare, ocheți-lanț reglabil, gheare, chingi, cabluri și dispozitive speciale etc.

BIBLIOGRAFIE

Brînzan, I. ș.a. *Calculul și alcătuirea structurilor etajate cu diafragme.* București, Editura tehnică, 1976.

Cărare, T. *Utilizarea plaselor și carcaselor sudate prin puncte.* București, Editura tehnică, 1968.

Cărare, T. *Oțeluri superioare pentru beton armat și beton precomprimat.* București, Editura tehnică, 1969.

Cărare, T. *Îndrumătorul sudorului pentru armăturile betonului armat.* București, Editura tehnică, 1965.

Dumitrescu, D. ș.a. *Proiectarea armării elementelor de beton cu plase sudate.* București, Editura tehnică, 1973.

Dumitrescu, D. ș.a. *Îndrumător pentru proiectarea și calculul construcțiilor din beton, beton armat și beton precomprimat.* București, Editura Tehnică, 1978.

Nădășan, Șt. *Manualul tehnicianului din laboratorul de încercări metale.* București, Editura didactică și pedagogică, 1969.

Pestișanu, C., Voiculescu, M., Darie, M., și Popescu, L. *Construcții. Curs general.* București, Editura didactică și pedagogică, 1975.

Tertea, I. *Betonul precomprimat.* București, Editura Tehnică, 1981.

Trelea, A. ș.a. *Tehnologia construcțiilor.* București, Editura didactică și pedagogică, 1972.

Silistrarianu, C. *Cartea fierarului betonist.* București, Editura tehnică, 1964.

Zacopceanu, A. *Îndrumătorul fierarului betonist.* București, Editura tehnică, 1963.

Zacopceanu, A. și Strinatti, L. *Cartea betonistului.* București, Editura tehnică, 1974.

STAS *10107/1-76. Construcții civile și industriale. Calculul și alcătuirea elementelor din beton, beton armat și beton precomprimat.*

I.C.C.P.D.C. — INCERC. *Normativ pentru executarea lucrărilor din beton și beton armat. C. 140-85.*

I.C.C.P.D.C. — INCERC. *Instrucțiuni tehnice pentru executarea prin sudare electrică a îmbinărilor și înnădirilor la armăturile din oțel-beton. C. 28-83.*

INCERC. *Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și executarea armării elementelor de beton cu plase sudate. P. 59-76.*

I.C.C.P.D.C. — INCERC. *Normativ pentru executarea și recepționarea lucrărilor din beton precomprimat. C. 21-77.*

I.P.C.T., I.P.C., I.P.C.M.C., I.P.R.O.L.A.M. și I.P.R.O.M.E.T. *Proiecte tip pentru elemente și hale.*

TABELUL 11.1

Clasificarea încercărilor de rezistență ale metalelor după STAS 6972-72

SOLICITAREA			Numărul de solicitări	ACȚIUNEA ÎN TIMP		Încercarea		
Schema	Tipul	Modul		Variația	Durata	Denumirea	STAS	Caracteristici stabilite
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Tracțiune	statică	unică	progresivă	scurtă	tracțiune	200-67 Ed. II 1969 6834-66 ; 6638-70 6605-67 ; 2649-69 6951-69 ; 2172-69 6718-69	Limita de curgere, rezistența la rupere, alungirea la rupere (A_5, A_{10}), gîtuirea
				constantă	lungă	fluaj	6596-62	Limita tehnică de fluaj. Rezistența tehnică de durată
				regresivă	lungă	relaxare	7209-70	Limita tehnică de relaxare
		dinamică	unică	progresivă	scurtă	tracțiune dinamică	—	Energia de rupere
			repetată	—	scurtă sau lungă	oboseală la tracțiune	8027-67	Limita de oboseală. Rezistența la oboseală pentru N cicluri
	Compresiune	statică	unică	progresivă	scurtă	compresiune	1552-67	Limita de curgere, rezistența la compresiune, scurtarea specifică
						flambaj	—	Rezistența la flambaj
	Încovoiere	statică	unică	progresivă	scurtă	încovoiere	1660-69	Rezistența la încovoiere Săgeata la încovoiere
		dinamică	unică	progresivă	scurtă	încovoiere prin șoc	7511-72 ; 1400-66 6833-70 ; 7400-66 6774-70 ; 7238-65	Energia de rupere, reziliența
			repetată	—	scurtă sau lungă	oboseală prin încovoiere rotativă	5878-69	Limita de oboseală. Rezistența la durabilitate limitată
	Răsucire	statică	unică	progresivă	scurtă	torsiune	—	Rezistența la torsiune
		dinamică	unică	—	scurtă	răsucire dinamică	—	Energia de rupere
	Forfecare	statică	unică	progresivă	scurtă	forfecare	7926-67 ; 7927-67	Rezistența de forfecare
	Presiune de contact	statică	unică	progresivă	scurtă	strivire	—	Rezistența de strivire
				constantă	scurtă	duritate statică	165-66 ; 493-67 492-67 ; 6623-70 7057-70 ; 7236-65 8251-68 ; 8525-70	Duritatea Brinell, Vickers, Rockwell
					lungă	duritate de durată	—	Duritatea de durată
		dinamică	unică	progresivă	scurtă	duritate dinamică	8315-69	Duritatea dinamică (Shore)

EDITURA TEHNICĂ



Lei 39

VOR APĂREA:

Avram C. ș.a.

Betonul armat în România,
vol. II

*

Popescu V. ș.a.

Calitatea și siguranța construcțiilor

*

Nedelcu N.

Protecții anticorosive în construcții civile și industriale